

УЧЕБНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

УЧЕБНО-НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ НА ЛАМПАХ С ХОЛОДНЫМ КАТОДОМ

А. Еркин

С помощью зажигающихся в определенной последовательности газонаполненных тиратронов с холодным катодом можно на схемах, макетах, плакатах, картах имитировать движение, подчеркивать последовательность явлений, наглядно иллюстрировать очередность операций технологического процесса.

Рассмотрим принцип работы светодинамических устройств на примере настенного макета, иллюстрирующего строение атома (рис. 1). Это учебное пособие имитирует движение двух электронов по трем орбитам, показывает их переход с одной орбиты на другую, а также демонстрирует моменты поглощения и излучения квантов энергии.

За лицевой панелью макета вдоль рисунка орбит расположены две цепочки ламп МТХ90 (или ТХ18А), торцы которых вставлены в отверстия на панели. Движение электронов имитируется тем, что эти лампы зажигаются поочередно. Одна цепочка из 15 ламп распо-

ложена по круговой орбите (рис. 2) и показывает вращение электрона только по этой орбите. Движение второго электрона иллюстрируется цепочкой, содержащей 75 ламп, расположенных под второй и третьей орбитами. Электрон, перемещаясь по этим орбитам, может переходить с одного уровня на другой. Путь его движения определяется последовательностью соединения ламп в цепочке. После того как погаснет лампа, находящаяся в точке *А*, зажигается лампа в точке *В* и «электрон» оказывается на другой орбите. После 1,5 оборотов в точке *Д* опять происходит переключение и «электрон» возвращается на первоначальную орбиту. В момент зажигания лампы в точке *В* подключается лампа-вспышка, которая световым импульсом высвечивает синусоидальную линию, расположенную на лицевой панели макета. Это хорошо иллюстрирует возникновение кванта энергии при переходе электрона с удаленной орбиты на более близкую к ядру атома. При переходе электрона из точки *С* в точку *Д* высвечиваются символы ΔW и стрелка, которые означают, что в этот момент атому была сообщена порция энергии извне.

Протоны ядра обозначаются пульсирующим светом ламп МТХ90, а нейтроны — непрерывным свечением.

Принципиальные схемы всех узлов макета приведены на рис. 3. Последовательность зажигания ламп в орбитальной цепочке осуществляется по схеме рис. 3, *а*. Это счетное кольцо на лампах с холодным катодом.



Рис. 1. Светодинамический макет строения атома

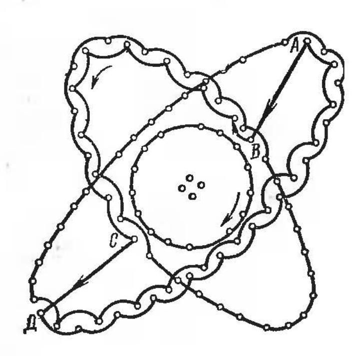


Рис. 2. Схема последовательного расположения тиратронов по орбитам

Напряжение +300 В через резистор *1-R2* подается на анодную шину тиратронов МТХ90 (или ТХ18А). Одна из ламп *1-Л1* — *1-Л75* зажигается, например *1-Л1*. При этом напряжение распределяется так, что около 200 В падает на резисторе *1-R2*, на анодной шине и анодах всех незажженных тиратронов устанавливается около 100 В, а на аноде зажженного тиратрона (*1-Л1*) — порядка 60 В. На сетках всех тиратронов автоматически поддерживается напряжение около 40 В, которое соответствует напряжению горения разрядного промежутка сетка-катод зажженного тиратрона. При таком распределении напряжений тиратроны *1-Л2* — *1-Л75* зажигаются.

Однако если напряжение на анодной шине на мгновение понизить до значения меньшего, чем напряжение горения тиратрона, то *1-Л1* погаснет. При последующем повышении анодного напряжения зажигается тиратрон *1-Л2*. Переброс разряда происходит за счет конденсатора *1-С2*. При горении тиратрона *1-Л1* этот конденсатор заряжен до напряжения 20 В, тогда как все другие конденсаторы *1-С3* — *1-С77* находятся под напряжением 60 В. Когда погаснет тиратрон *1-Л1*, повысится напряжение на анодной шине, конденсатор *1-С2* дополнительно зарядится и на сетке тиратрона *1-Л2* образуется по-

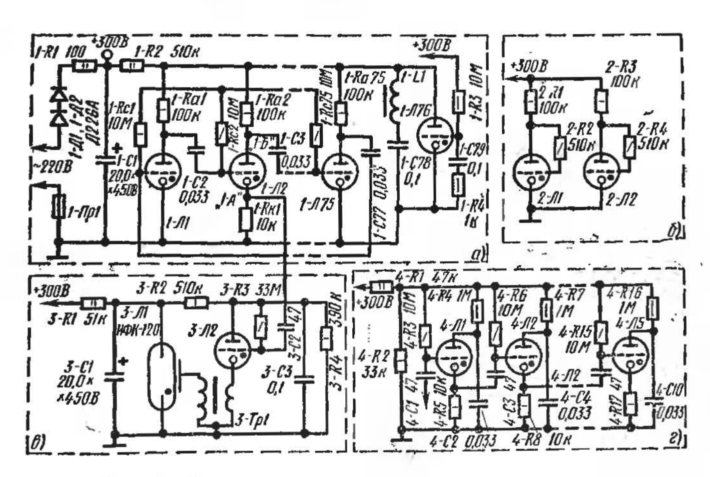


Рис. 3. Принципиальные схемы узлов макета:

а — схема зажигания ламп в орбитальной цепочке; *б* — схема высвечивания символов нейтронов; *в* — схема высвечивания кванта излучения hV; *г* — схема высвечивания символов ΔW и стрелки

ложительный импульс напряжения, который прибавится к сохранившемуся там напряжению (20 В), и тиратрон *1-Л2* зажжется. Теперь горит только этот тиратрон, и к очередному зажиганию оказывается подготовленным третий и так далее. После гашения тиратрона *1-Л75* через конденсатор *1-С77* вновь зажигается *1-Л1* и начинается второй оборот вращения светящейся точки по орбите.

Гасящие импульсы напряжения формируются генератором импульсов, собранным на тиратроне *1-Л76*. Частота импульсов, а следовательно, и скорость вращения электронов определяется цепочкой *1-R3*, *1-С79*. Конденсатор *1-С78* разряжается через индуктивность *1-L1* и тиратрон *1-Л76* при каждом его зажигании. В это время напряжение на аноде тиратрона *1-Л76*, а также на общей анодной шине падает до напряжения гашения разряда, и ранее горевший тиратрон кольца гаснет. По мере восстановления напряжения на анодной шине зажигается очередной тиратрон.

Имитация движения электронов по ближней к ядру орбите осуществляется подобной же схемой.

Торцы тиратрона *1-Л76* и тиратронов — релаксаторов круговой орбиты выносятся на лицевую панель макета и размещаются под изображениями протонов. Таким образом, пульсации протонов оказываются синхронными с шагом перемещения электронов.

Тиратроны, обозначающие символы нейтронов, подключаются по схеме, приведенной на рис. 3, *б*. Изображение кванта излучения высвечивается импульсной лампой-вспышкой, управляемой тиратроном МТХ90. Их соединения приведены на рис. 3, *в*. Между анодом и катодом импульсной лампы-вспышки *3-Л1* поддерживается напряжение 300 В, а на тиратроне *3-Л2* с помощью делителя на резисторах *3-R2*, *3-R4* устанавливается около 120 В. При таких напряжениях анодные промежутки этих ламп не зажигаются. Сетка тиратрона *3-Л2* соединена через конденсатор *3-С2* с катодом одного из тиратронов, например *1-Л2*. При зажигании этого тиратрона вспыхивает импульсная лампа *3-Л1*.

В катодную цепь управляющей лампы *1-Л2* необходимо включить резистор *1-*$R_{\text{к1}}$. На этом резисторе формируется положительный импульс, поступающий на сетку лампы *3-Л2* и зажигающий ее анодный промежуток. При зажигании последнего конденсатор *3-С3* разряжа-

ется через лампу *3-Л2* и первичную обмотку повышающего трансформатора *3-Тр1*. В результате этого на управляющем электроде лампы *3-Л1* возникает импульс высокого напряжения, поджигающий лампу-вспышку. Соотношение витков (примерно 3 : 500) в трансформаторе подбирается опытным путем. В качестве импульсного трансформатора можно использовать катушку от испорченного поляризованного реле РП-7 (паспорт РС4.521.009). Первичной служит обмотка между выводами *1—2*, повышающей — обмотка между выводами *9—10*.

Интенсивность светового импульса вспышки определяется емкостью конденсатора *3-С1*. При емкости 20 мкФ мощность вспышки вполне достаточна, а срок службы лампы ИФК-120 — оптимальный.

Символы ΔW и стрелка, иллюстрирующие подведение энергии атому, высвечиваются лампами МТХ90 (или ТХ18А), соединенными по схеме, изображенной на рис. 3, *г*. Делителем *4-R14-R2* устанавливают напряжение на анодной шине около 120 В. Такой подсветкой (см. рис. 3, *г*) можно заменить узел (см. рис. 3, *в*) с импульсной лампой. В этом случае потребуется лишь увеличить число тиратронов в узле и рационально расположить их по синусоиде.

Если возникнет необходимость и в озвучивании светодинамических устройств, то управляющий сигнал для

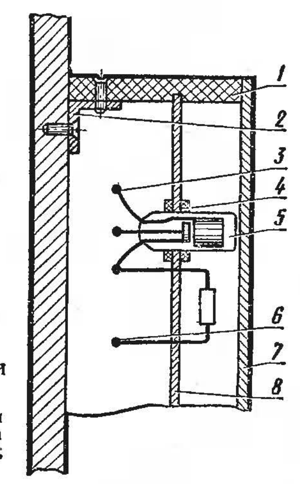


Рис. 4. Узел крепления устройства и установка тиратронов:

1 — корпус; *2* — угольник; *3* — катодная шина; *4* — резиновое кольцо; *5* — лампа МТХ-90; *6* — сеточная шина; *7* — оргстекло; *8* — винипласт

звукового устройства можно снимать с точек, подобных точке «*1-А*» на рис. 3, *а*. Чтобы на время звучания остановить движение по кольцу светового указателя, необходимо замкнуть анод контрольного тиратрона (точка «*1-Б*») с катодной шиной, например с помощью электромагнитного реле. При устранении этого соединения сразу же загорается последующий тиратрон кольца и движение разряда продолжится в заданном направлении.

При налаживании, замыкая накоротко анод с катодной шиной, можно зажечь любой тиратрон, не дожидаясь завершения цикла обхода разряда по кольцу.

Узел крепления всего устройства и установка тиратронов показаны на рис. 4. Изображение структуры атома нанесено на лицевой панели, изготовленной из оргстекла. Обратная сторона этой панели закрашена черной краской, а места расположения орбит, символов и частиц ядра остаются прозрачными. Все детали размещаются на панели из винипласта. Тиратроны устанавливают с помощью резиновых колец. Макет крепят винтами к металлическим угольникам, предварительно подсоединенным к стене. Целесообразно электрическую розетку питания разместить так, чтобы она оказалась внутри макета. Малая мощность потребления устройств (около 1 Вт) и значительный срок службы тиратронов, используемых в рекомендуемых режимах, позволяют оставлять подобные макеты постоянно включенными.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ

ПРОСТОЙ СТЕРЕОУСИЛИТЕЛЬ

В. Львов

Усилитель предназначен для высококачественного воспроизведения стереофонических и монофонических грамзаписей и магнитофонных музыкальных программ. Оперативное подключение усилителя к различным источникам звука обеспечивается кнопочным переключателем.

По электрическим параметрам усилитель отвечает требованиям, предъявляемым к аппаратуре высокого класса.

Технические данные усилителя

Номинальная выходная мощность каждого канала при коэффициенте гармоник 1% . . .	не менее 4 Вт
Максимальная выходная мощность каждого канала	6 Вт
Полоса усиливаемых частот при неравномерности частотной характеристики, не превышающей 1 дБ	не хуже 20 — 20 000 Гц
Чувствительность	150 мВ
Входное сопротивление	не менее 1,0 МОм
Выходное сопротивление на гнездах для подключения магнитофона	не более 20 кОм
Регулировка тембра раздельная на высших и низших звуковых частотах:	
Диапазон регулировки на частоте 30 Гц и 15 кГц	+15 дБ / —20 дБ
Максимальное изменение напряжения частоты 1000 Гц при изменении положения ручек регуляторов тембра	не более 3 дБ
Пределы регулирования стереобаланса в каждом канале	не менее 8 дБ
Рассогласование частотных характеристик стереофонических каналов	не более 2 дБ
Переходное затухание между стереофоническими каналами усилителя при разнесенных акустических системах в рабочем диапазоне частот	не хуже 40 дБ
Отношение сигнал/шум	не менее 50 дБ

Питается усилитель от сети переменного тока напряжением 127 или 220 В, частотой 50 Гц. Мощность,

потребляемая от сети, не более 30 Вт. Размеры усилителя 70 × 280 × 170 мм.

Принципиальная электрическая схема усилителя представлена на рис. 1. Оба канала идентичны. Рассмотрим схему левого канала. Его усилительный тракт состоит из входного и тембрового каскадов, предварительного и выходного усилителей и источника питания.

Входной сигнал, например, со входа «Пьезоэлектрический звукосниматель» (разъем *Ш1*) через переключатель звуковых программ *В1* попадет на пассивный *RC* корректор, состоящий из элементов *R3*, *R1*, *R4*, *C1*, *C3*, и затем на вход первого каскада усилителя, выполненного по схеме составного эмиттерного повторителя на транзисторах *T1*, *T2*. Входное сопротивление этого каскада не менее 1,0 МОм.

С эмиттерного повторителя сигнал через регулятор громкости *R8* с тонкомпенсацией по высоким частотам поступает на тембровый каскад. Этот каскад представляет собой усилитель напряжения на транзисторе *T3*, охваченный частотнозависимой отрицательной обратной связью. Цепь обратной связи выполнена по мостовой схеме. Одна часть цепи обратной связи (*R9R10C8R14*) позволяет изменять усиление каскада в области низших, другая (*C7R13C10*) — в области высших звуковых частот. Коэффициент передачи тембрового каскада на частоте 1000 Гц составляет —6 дБ (0,5). Стереобаланс выполнен по обычной схеме на резисторах *R20*, *R21*.

Оконечный усилитель собран на транзисторах *T4* — *T10* и охвачен общей отрицательной обратной связью, подаваемой через резисторы *R40*, *R26* и позволяющей обеспечить высокие электрические параметры (малые нелинейные искажения, равномерность частотной характеристики и др.) в широком диапазоне звуковых частот.

Предварительный двухкаскадный усилитель выполнен с непосредственной связью на транзисторах *T4*, *T5*. Первый каскад представляет собой усилитель напряжения, второй — усилитель тока (эмиттерный повторитель), что обеспечивает необходимое усиление при хорошем согласовании с выходным усилителем мощности. Местная отрицательная обратная связь через цепочку *R24C16R26* осуществляет коррекцию частотной характеристики всего усилителя на высших звуковых частотах.

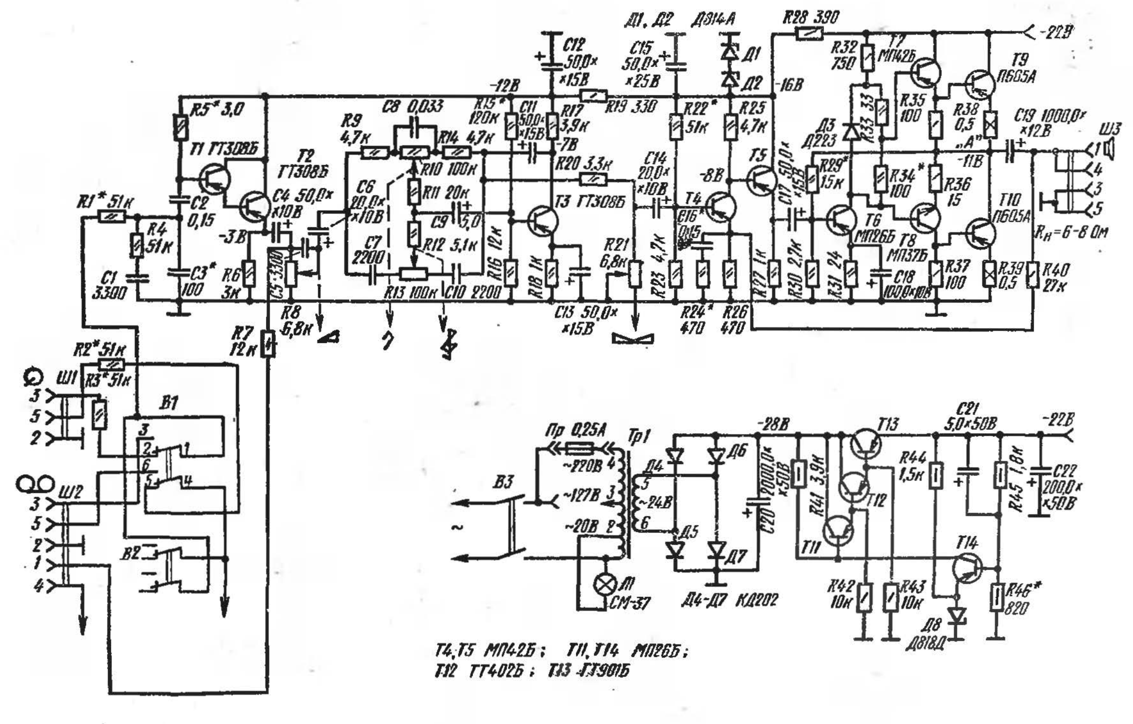


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

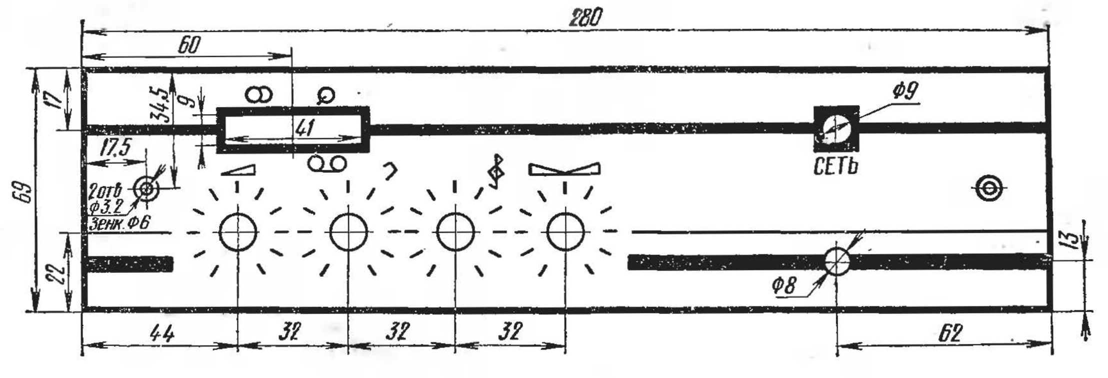


Рис. 2. Чертеж передней панели

Выходной каскад собран на транзисторах *Т6 — Т10*.

Стабилизация положения рабочей точки выходного каскада осуществляется цепочкой *Д3R33R34*, а также стабилизатором напряжения питания на транзисторах *Т11*, *Т12* и *Т13*.

Усилитель собран в одном блоке, в котором с помощью уголков объединяются передняя и задняя панели.

Чертеж передней панели приведен на рис. 2. На ней установлены переключатель *В1*, переменные резисторы регулировки громкости, низших, высших частот и стереобаланса, тумблер *В3* — выключатель сетевого напряжения, лампочка *Л1* и конденсатор фильтра *С20*. Причем конденсатор фильтра устанавливается через изоляционную прокладку из текстолита или гетинакса толщиной 3—5 мм, так как у конденсаторов типа ЭГЦ минусовой вывод соединен с корпусом. Патрон лампочки *Л1* крепится к панели на специальной скобе, конфигурация которой определяется конструкцией патрона лампочки. Переключатель *В1* типа П2К крепится к панели через прокладки толщиной 3—6 мм в зависимости от размера и конструкции клавиш.

На задней панели (теплоотводе) размещены выходные транзисторы усилителей мощности и транзисторы стабилизатора, трансформатор питания *Тр1*, входные и выходные универсальные разъемы и закрепляется сетевой провод. Все транзисторы установлены через изоляционную прокладку из слюды или лавсановой пленки толщиной 0,05 мм.

Расположение деталей на передней и задней панелях и место монтажных плат в корпусе усилителя показаны на рис. 3 и 4. Усилитель монтируется на трех платах: входной и тембровый каскады (рис. 5); усилитель мощности (рис. 6) и стабилизатор напряжения с выпрямителем (рис. 7). Платы изготовлены с применением навесного монтажа, элементы, изменяемые при возможной настройке, установлены на стойках (штырьках), допускающих многократную перепайку. Остальные элементы соединены между собой с использованием собственных выводов. Детали обоих каналов расположены симметрично по отношению к общему проводу.

В усилителе применены резисторы типов МЛТ, СП, СП3-12, конденсаторы типов К50-6, ЭГЦ, КМ, КЛС. Резисторы *R38*, *R39* — самодельные, из манганинового

Рис. 3. Расположение монтажных плат в корпусе усилители и размещение деталей на его передней панели:

1 — плата усилителя мощности; *2* — трансформатор питания *Тр1*; *3* — уголок 8×8 мм, АМГ, 5 шт.; *4* — плата источника питания; *5* — тумблер *В3*; *6* — лампа *Л1*; *7* — конденсатор *С20*; *8* — переключатели *В1* и *В2*; *9* — передняя панель; *10* — плата входного и тембрового каскадов

Рис. 4. Расположение деталей на задней стенке усилителя:

1, 2, 3 — прокладки из слюды толщиной 0,05 мм; *4* — теплоотвод, металл ДТ16, фрезеровать; *5* — полихлорвинилхлоридная трубка; *6, 7* — изоляционные шайбы

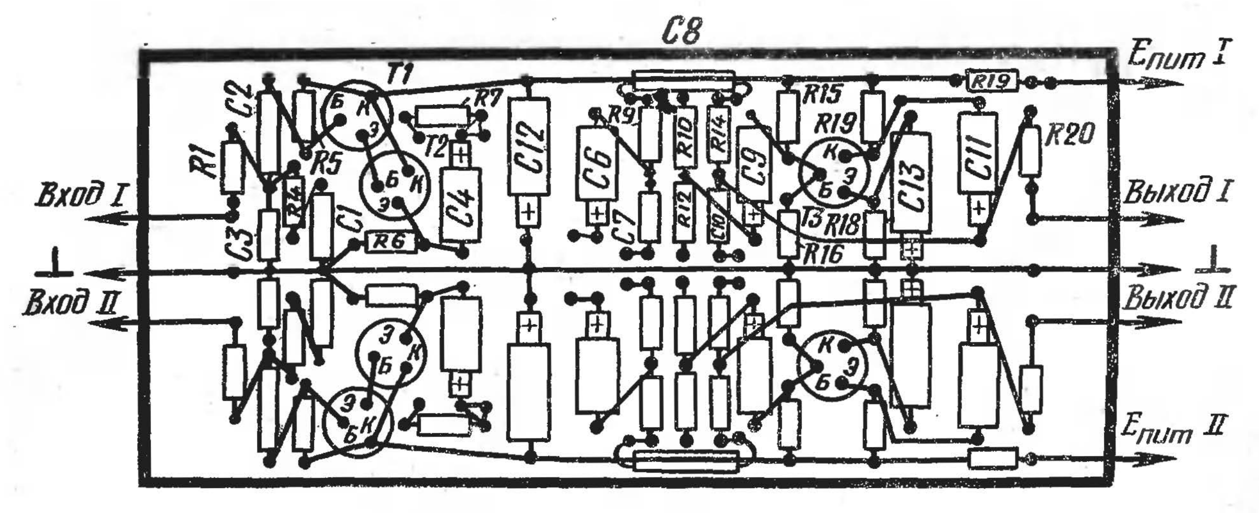


Рис. 5. Монтажная плата входного и тембрового каскадов

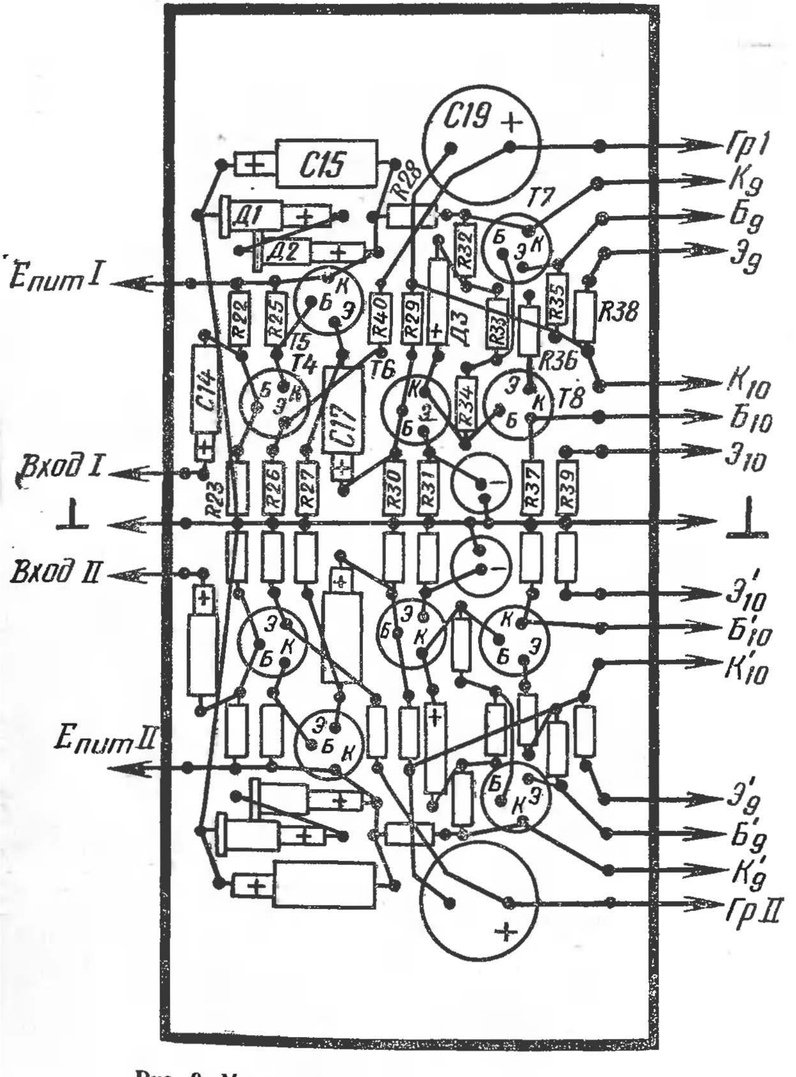


Рис. 6. Монтажная плата усилителя мощности

провода диаметром 0,25 мм и длиной 10 см. Намоточные данные трансформатора питания приведены в таблице.

№ вывода	Число витков	Провод	Сердечник
1—2	200	ПЭВ-2 0,27	
2—3	1070	-"-	
3—4	930	ПЭВ-2 0,2	ШЛ 15×20
5—6	280	ПЭВ-2 0,69	

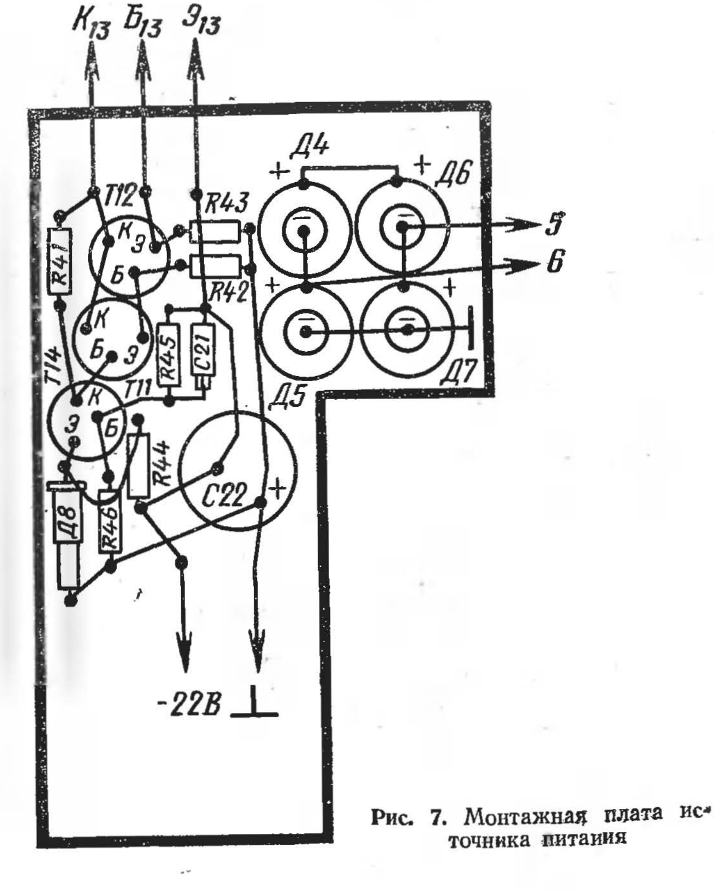


Рис. 7. Монтажная плата источника питаиия

Конструкция корпуса показана на рис. 8. Ножки корпуса перед установкой на нижнюю крышку необходимо проморить. Корпус склеивают клеем ПВА. После просушки в течение 8—10 ч боковые и торцевые стороны (плоскости) корпуса обрабатывают напильником. Крепление усилителя в корпусе осуществляется с помощью резьбовых втулок, установленных на нижние уголки, соединяющие конструкцию.

Налаживание усилителя несложно. Вначале необходимо проверить напряжение на входе и выходе стабилизатора (на регулирующем транзисторе должно падать 5—6 В) и в рабочих точках каскадов. Требуемые величины напряжений устанавливают подбором элементов, указанных звездочкой на принципиальной схеме.

Особое внимание следует уделить установке напряжения в рабочей точке выходного каскада. Напряжение в точке *А* должно быть равно половине напряжения источника питания (выходного напряжения стабилизатора). Добиваются этого подбором сопротивления резистора *R29*. При уменьшении сопротивления напряжение в точке *А* уменьшается. Ток покоя выходного каскада не должен превышать 35—40 мА. Он определяется величиной сопротивления резистора *R34*.

Если в распоряжении радиолюбителя имеется генератор НЧ и электронный осциллограф, то можно более тщательно проанализировать работу усилителя. В этом

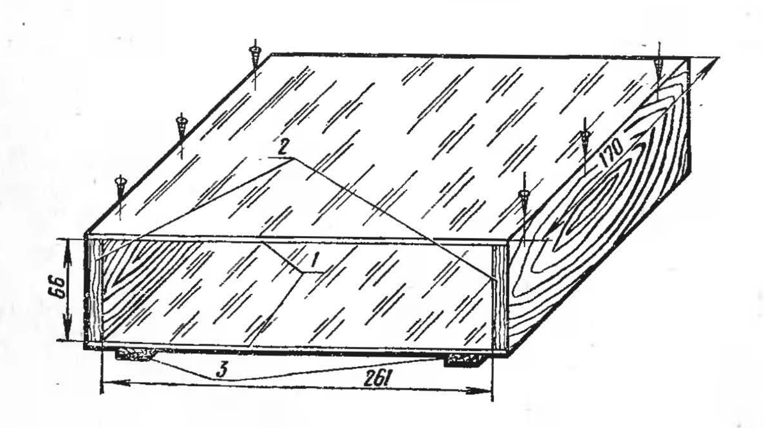


Рис. 8. Внешний вид корпуса:

1 — верхняя и нижняя крышки, оргалит, 3-4 мм; *2* — боковые стенки, фанера, 10 мм; *3* — ножки, бук, дуб, ясень, 10 × 20 × 150 мм

случае в качестве нагрузки используют остеклованный резистор сопротивлением 10 Ом с допустимой мощностью рассеяния 10—15 Вт. После настройки выходного каскада вместо эквивалента нагрузки можно подключить акустические системы и подать сигнал с электропроигрывающего устройства ЭПУ-52С. В первую очередь по грампластинке «Демонстрация стереозвучания» фирмы «Мелодия» необходимо проверить соответствие правого и левого каналов, работу стереобаланса и фазировку подключения акустических систем. Только после этого можно перейти к самому ответственному моменту настройки усилителя — сопряжению частотной характеристики усилителя с акустическими системами. Для этого желательно подобрать пластинку, обеспечивающую широкополосный сигнал с достаточным динамическим диапазоном. Внимательно прослушав мелодию при среднем уровне громкости, оцените, достаточно ли при воспроизведении низкочастотной и высокочастотной информации открытое «чистое» звучание низких и высоких тонов.

Дополнительный подъем на низших частотах осуществляется изменением сопротивлений резисторов *R3*, *R1*. Величина дополнительного подъема приближенно определяется из выражения:

$$K \approx \frac{(R3 + R1) + R4}{R4}.$$

В нашем случае предполагаемый дополнительный подъем на низших частотах равен (номиналы резисторов выражены в кОм):

$$K \approx \frac{(51 + 51) + 51}{51} \approx 3\ (9{,}5\ \text{дБ}).$$

Следует обратить внимание на то, что увеличение подъема на низших частотах приводит к ослаблению во столько же раз средних и высоких частот. Поэтому необходимо добавлять усиление, что можно сделать за счет уменьшения глубины отрицательной обратной связи по цепи *R40R26*. Усиление пропорционально изменению сопротивления резистора *R40*. Недопустимо увеличивать усиление более чем в 5 раз.

Регулировка дополнительного подъема на высших частотах осуществляется изменением соотношения но-

миналов элементов корректирующей цепочки *R24*, *C16*, *R26*. Величина дополнительного подъема высших частот приближенно определяется выражением:

$$K \approx \frac{R26}{(R24 \times R26) : (R24 + R26)} \approx \frac{470}{(470 \times 470) : (470 + 470)} \approx$$
$$\approx 2 \text{ (6 дБ)}.$$

Увеличение подъема соответствует уменьшению сопротивления резистора *R24*. Но при этом необходимо оставлять неизменным произведение номиналов резистора *R24* и конденсатора *C16* (постоянная времени корректирующей цепочки), т. е. если сопротивление уменьшено, например в 2 раза, то емкость конденсатора необходимо соответственно увеличить в 2 раза и т. д.

Рассмотренные методы регулировки подъема низших и высших частот, а также возможность изменения частотной характеристики посредством регулировок в тембровом каскаде позволяют получать самые разнообразные сквозные характеристики стереофонического усилителя. Если, например, при работе от электропроигрывателя и магнитофона потребуются различные фиксированные частотные характеристики, то необходимую коммутацию можно ввести на свободные группы кнопочного переключателя источников звуковых программ *B1*. Правильный выбор фиксированной частотной характеристики обеспечивает высокое качество звучания музыкальных программ при работе с унифицированными и самодельными акустическими системами.

УСИЛИТЕЛЬ КОРРЕКЦИИ

П. Клемпнер, В. Простаков,
Г. Школьник

Усилитель разработан на базе широко известных конструкций, однако ряд несложных схемных изменений позволил получить более высокие по сравнению с аналогичными устройствами параметры, а именно: меньшие нелинейные искажения, бóльшие пределы регулировки тембра, удобство корректировки усиления.

Усилитель рассчитан на использование в стереофонической установке совместно с мощным высококачественным усилителем НЧ чувствительностью 1 В.

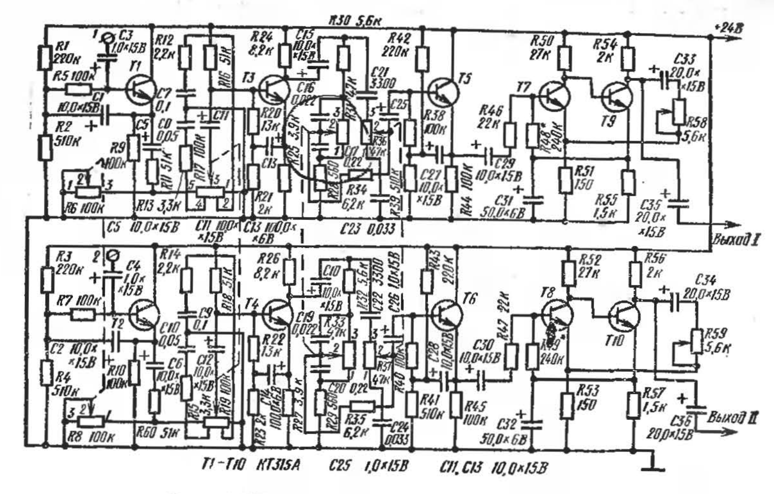


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя

Технические данные усилителя

Коэффициент усиления на частоте 1000 Гц .	не менее 4
Входной сигнал	250 мВ
Неравномерность частотной характеристики в средних положениях регуляторов тембра в диапазоне 20 Гц — 50 кГц	0,5 дБ
Коэффициент гармоник во всем диапазоне частот	не более 0,3%
Действие регуляторов тембра по отношению к уровню 1000 Гц:	
$f = 50$ Гц	—15 — +17 дБ
$f = 12$ кГц	—20 — +12 дБ
Входное сопротивление	не менее 700 кОм
Относительный уровень шумов	—60 дБ
Переходное затухание между каналами . .	не менее —40 дБ

Входные каскады (рис. 1) представляют собой эмиттерные повторители с повышенным входным сопротивлением. Оба канала идентичны. Входные сигналы подаются на базы транзисторов *T1* и *T2* через конденсаторы *C3* и *C4*. С выходов эмиттерных повторителей сигналы попадают на потенциометры регулировки громкости *R17* и *R19*, а также на потенциометры регулировки стереобаланса *R6* и *R8*. Схема включения входных каскадов и регуляторов громкости аналогична примененной в электрофоне «Вега-101». Регулятор стереобаланса выполнен по схеме потенциометрического делителя на-

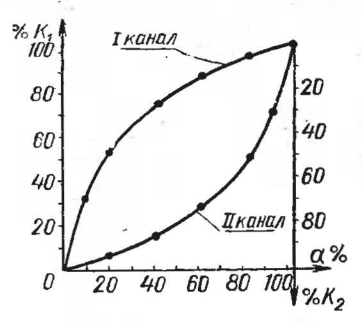


Рис. 2. Зависимость коэффициента передачи регулятора от угла поворота оси потенциометра

пряжения и обеспечивает возможность регулировки уровня сигнала в каждом канале от нуля до максимального значения, причем характеристика регулирования нелинейна (рис. 2) и обеспечивает в зоне баланса плавное изменение уровней обоих каналов. С выходов регуляторов громкости сигналы попадают на усилительные каскады, собранные на транзисторах *Т3* и *Т4* по схеме с общим эмиттером и охваченные глубокой отрицательной обратной связью. Напряжения обратной связи снимаются с эмиттеров *Т3* и *Т4* и подаются в цепи баз указанных транзисторов через конденсаторы *С13* и *С14*.

Известно, что на эффективность частотнозависимых фильтров существенно влияет сопротивление нагрузки последующего каскада. Поэтому в описываемом усилителе с целью расширения пределов регулировки тембра применены эмиттерные повторители, собранные на транзисторах *Т5* и *Т6*, их схемы аналогичны повторителям, примененным во входных каскадах. Далее сигналы поступают на двухкаскадные усилители на транзисторах *Т7*, *Т9* и *Т8*, *Т10*, охваченные отрицательной обратной связью по постоянному току через резисторы *R48* и *R49*, а также глубокой отрицательной обратной связью

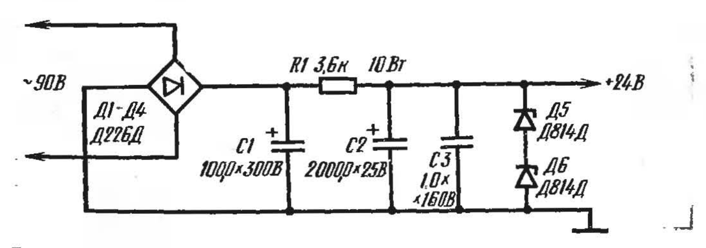


Рис. 3. Принципиальная схема стабилизированного источника питания

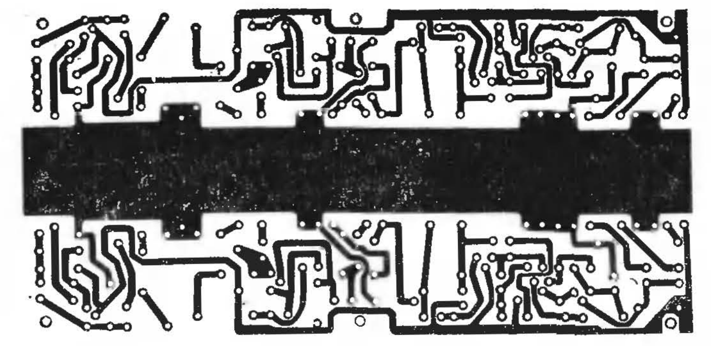


Рис. 4. Печатная плата

по переменному току через цепи *C33 R58* и *C34 R59*. Потенциометры *R58* и *R59* служат для подстройки идентичности коэффициентов усиления обоих каналов. Выходные сигналы снимаются с коллекторов транзисторов *T9* и *T10* через конденсаторы *C35* и *C36*.

Схема стабилизированного источника питания усилителя приведена на рис. 3.

Транзисторы *T7* и *T9*, *T8* и *T10* должны быть с коэффициентом усиления по току В = 50—70, у остальных транзисторов В = 50—200. Транзисторы *T1* и *T2* подбирают по минимальному уровню шума.

Все постоянные резисторы — типов МЛТ-0,25, МЛТ-0,125 или ВС-0,125. Потенциометры *R17*, *R19* — типа СП3-12-Е-100 кОм; потенциометры *R6*, *R8*, *R31*, *R33*, *R36*, *R37* — типа СП-II с линейной зависимостью вве-

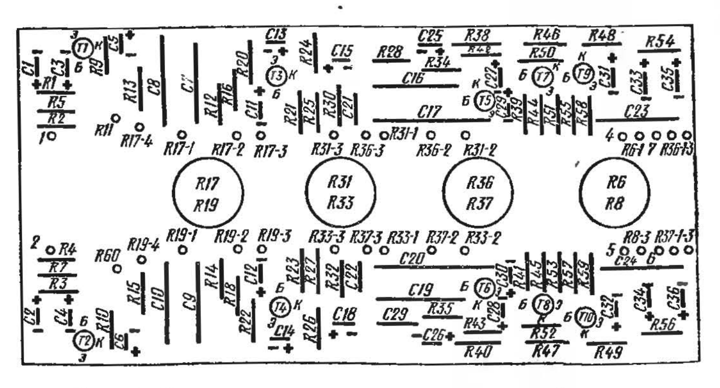


Рис. 5. Расположение элементов на печатной плате

денного сопротивления от угла поворота. Потенциометры *R58* и *R59* — типа СП3-9а. Резистор *R1* в фильтре питания — типа ПЭВ. Конденсаторы *C7, C8, C9, C10, C16, C17, C19, C20, C23, C24* — типов БМ или МБМ. Конденсаторы *C21* и *C22* — типа КЛС. Остальные конденсаторы — типа К50-6. Элементы цепей регулировки тембра должны быть попарно подобраны так, чтобы отклонение их величин от номинальных было не более 2%. Желательно также, чтобы значения введенных сопротивлений потенциометров *R31*, *R33* и *R36*, *R37* при любом угле поворота различались между собой не более чем на 5%.

Усилитель (без источника питания) смонтирован на печатной плате из фольгированного гетинакса размерами 212 × 102 × 2 мм. Печатная плата показана на рис. 4, а расположение элементов на ней — на рис. 5. Элементы усилителя, относящиеся к различным каналам, монтируются симметрично относительно оси платы и разделены заземленной полосой фольги, являющейся дополнительным экраном. На этой полосе на оси платы расположены потенциометры. Резисторы *R11* и *R60* монтируют непосредственно на выводах потенциометров *R6*, *R8*.

Правильно собранный усилитель начинает работать сразу после включения. Настройка сводится к установке требуемых коэффициентов усиления обоих каналов при помощи потенциометров *R58* и *R59*. Для проверки параметров усилителя желательно использовать звуковой генератор Г3-35, ламповый вольтметр ЭВ3-38, В3-13, измеритель нелинейных искажений (С6-1А, ИНИ-12).

МАГНИТНАЯ ЗАПИСЬ

СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ МАГНИТОФОН

А. Никонов

Магнитофон собран на базе лентопротяжного механизма магнитофона «Сатурн-301». Он позволяет записывать и воспроизводить моно- и стереопрограммы. Скорость движения магнитной ленты 9,5 и 19 см/с, коэффициент детонации 0,3% на меньшей и 0,2% на большей скорости. При использовании кассет, вмещающих 525 м ленты типа А-4402-6, время звучания составляет в режиме «моно» 4 × 90 мин на меньшей и 4 × 45 мин — на большей скорости, в режиме «стерео» соответственно 2 × 90 и 2 × 45 мин. Рабочий диапазон канала запись-воспроизведение на линейном выходе на скорости 9,5 см/с равен 30—15 000 Гц, на скорости 19 см/с — 30—21 000 Гц, при неравномерности частотной характеристики сквозного канала не более 3 дБ и коэффициенте гармоник на частоте 400 Гц не более 2%. Степень рассогласования частотных характеристик обоих каналов не превышает 3 дБ.

Для расширения динамического диапазона в магнитофон введен шумоподавитель типа «Долби». Относительный уровень помех в канале запись-воспроизведение при включенном шумоподавителе на меньшей скорости составляет —50 дБ, на большей —55 дБ. Выходное напряжение на линейном выходе 0,4 В.

Магнитофон имеет один оконечный усилитель мощностью 2 Вт, предназначенный главным образом для контроля качества записи. Прослушивание стереофонических записей производится через отдельный стереоусилитель.

Питается магнитофон от сети 127 или 220 В, потребляемая мощность 45 В·А.

Принципиальная схема магнитофона приведена на рис. 1. Для упрощения на ней показан только один канал, так как оба канала идентичны. Первый каскад усилителя воспроизведения собран на малошумящем транзисторе *1-Т1*. Этот транзистор работает в режиме малого коллекторного тока порядка 100 мкА. Связь со следую-

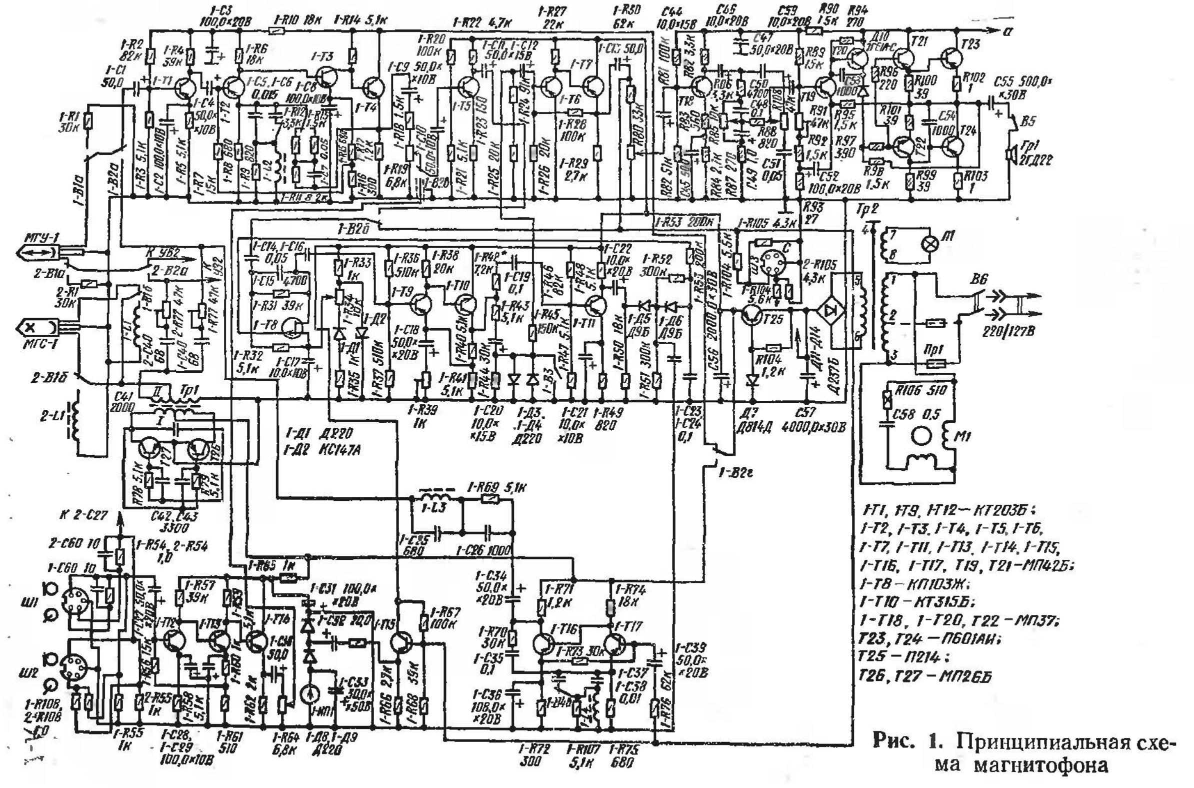


Рис. 1. Принципиальная схема магнитофона

щим каскадом емкостная. Второй, третий, четвертый каскады собраны по схеме с непосредственной связью. Для обеспечения необходимой частотной характеристики эти каскады охвачены частотнозависимой отрицательной обратной связью, элементами которой являются: для низших частот *1-C7*, *1-R11*, *1-R12*, *1-R13*, для высших — *1-L2*, *1-C5*, *1-C6*. Изменение частотной характеристики усилителя при переходе с одной скорости на другую производится с помощью переключателя *1-B4*, конструктивно связанного с рычагом переключения скоростей, при этом происходит изменение постоянной времени цепи низкочастотной коррекции и перестройка контура высокочастотной коррекции.

С усилителя воспроизведения сигнал через регулятор уровня *1-R19* поступает на первый каскад шумоподавителя. Введение регулятора уровня воспроизведения хотя и несколько усложняет конструкцию, но зато дает возможность правильно устанавливать режим работы шумоподавителя. Это особенно важно при прослушивании записей с повышенным уровнем высокочастотного шума и записей, сделанных на другом магнитофоне.

За основу схемы шумоподавителя взята схема из журнала «Радио», 1974 г., № 9, в которую внесены некоторые изменения, связанные главным образом с применением деталей отечественного производства. Транзисторы *1-T5*, *1-T6*, *1-T7* образуют цепь основного канала. С коллектора транзистора *1-T5* сигнал порядка 1 В поступает на цепочку *1-R24*, *1-R25*, образующую делитель, на котором происходит смешивание прямого и обработанного сигналов. Поскольку сигнал после делителя значительно ослаблен, его необходимо усилить, что и делается с помощью транзисторов *1-T6*, *1-T7*. С эмиттера транзистора *1-T7* сигнал поступает на линейный выход, на индикатор уровня записи и воспроизведения, а также на контрольный усилитель, в качестве которого используется оконечный усилитель магнитофона «Сатурн-301». Усилитель можно отключить выключателем *B5*.

В режиме воспроизведения сигнал с эмиттера транзистора *1-T7* поступает также на регулируемое звено *1-T8* через *RC* фильтр высших звуковых частот *1-C15* *1-R31*. Полевой транзистор *1-T8* включен по схеме управляемого резистора. Желательно, чтобы напряжение, управляющее работой этого «резистора», было по воз-

можности небольшим, так как при этом снижаются требования к коэффициенту усиления управляющего каскада. Отсюда следует, что и напряжение отсечки полевого транзистора также должно быть небольшим, порядка 0,7—0,9 В. Режим работы этого каскада устанавливается с помощью подстроечного резистора *1-R34*, а напряжение на истоке *1-Т8* стабилизировано с помощью стабилитрона *1-Д2*.

Пройдя фильтр, сигналы высших звуковых частот поступают на усилитель на транзисторах *1-Т9*, *1-Т10* с разной проводимостью, собранный по схеме с непосредственной связью. Этот усилитель должен обладать достаточным входным сопротивлением для того, чтобы не нарушать нормальной работы регулируемого каскада. Выполнить данное условие можно, применив кремниевый транзистор с большим коэффициентом усиления $B_{ст}$ и малым $I_{ко}$. Усиленные сигналы высших звуковых частот через резистор *1-R45* поступают в цепь основного канала на резистор *1-R24*, где происходит суммирование их с основным сигналом. Фаза суммируемых сигналов изменяется в зависимости от режима работы магнитофона. В режиме записи основной и обработанный сигналы оказываются в фазе, в этом случае происходит дополнительное усиление слабых высокочастотных сигналов, уровень которых ниже —20 дБ. При достижении этого уровня напряжение на затворе полевого транзистора достигает такой величины, что он полностью открывается, запирая канал обработки и выравнивая частотную характеристику всего канала. Таким образом при записи происходит компрессия высших звуковых частот.

В режиме воспроизведения обработанный сигнал подается на суммирование сдвинутым на 180° относительно основного, что достигается соответствующими переключениями в схеме. Шумоподавитель переходит в режим экспандирования высокочастотных сигналов, при этом имевший место при записи подъем слабых сигналов полностью компенсируется и амплитудно-частотная характеристика сквозного канала оказывается линейной.

Таким способом удается подавить высокочастотные шумы магнитной ленты, предварительных усилителей и источника записи на 10—12 дБ. Данная система записи позволяет уменьшить максимальную намагниченность ленты, которая составляет 70% общепринятой

(256 нВб/м), при этом снижаются нелинейные искажения, присущие записи на магнитную ленту, а динамический диапазон остается достаточно большим.

При желании шумоподавитель может быть выключен выключателем *1-В3*. В этом случае обработанный сигнал не поступает на суммирование, а замыкается на общий провод.

На транзисторе *1-Т11* собран каскад, управляющий работой транзистора *1-Т8*. Выходное напряжение с коллектора *1-Т11* выпрямляется двухзвенным выпрямителем на диодах *1-Д5*, *1-Д6*, фильтруется и подается на затвор полевого транзистора *1-Т8*. В зависимости от уровня сигнала изменяется внутреннее сопротивление *1-Т8*, а следовательно, коэффициент передачи всего регулируемого звена, т. е. степень компрессии при записи или экспандирования при воспроизведении. При больших уровнях напряжение управления на затворе *1-Т8* достигает 1,8—2 В.

Предварительный усилитель записи собран на транзисторах *1-Т12*, *1-Т13*, *1-Т14*. Для обеспечения минимальных частотных искажений эти три каскада имеют непосредственную связь между собой. Конденсаторы *1-С60*, *2-С60* предназначены для компенсации собственной емкости соединительного кабеля при записи с пьезоэлектрического звукоснимателя, так как входное сопротивление магнитофона в этом случае равно 1 МОм.

В режиме записи предварительный усилитель через регулятор уровня *1-R64* подключается ко входу шумоподавителя. Обработанный сигнал с эмиттера транзистора *1-Т7* поступает на основной усилитель записи. Усилитель записи выполнен по схеме с непосредственной связью на транзисторах *1-Т16*, *1-Т17*. Необходимая коррекция частотной характеристики осуществляется с помощью элементов *1-R70*, *1-С35*, *1-С37*, *1-С38*, *1-L4*, *1-R107*, включенных в цепи отрицательной обратной связи. С коллектора транзистора *1-Т16* сигнал записи поступает на токостабилизирующую цепочку *1-R69 1-С26*, а с нее через заграждающий фильтр *1-L3 1-С25* — на универсальную головку.

Индикатор уровня записи и воспроизведения собран по схеме вольтметра переменного тока. Такой индикатор имеет низкое входное сопротивление и при больших уровнях за счет ограничения сигнала диодами *1-Д8*, *1-Д9* вносит существенные искажения. Для устранения

влияния индикатора на работу каскадов, к которым он подключен, применен буферный каскад на транзисторе *1-Т15*, выполненный по схеме эмиттерного повторителя.

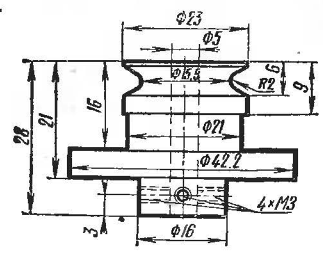
Генератор тока стирания и подмагничивания собран по схеме двухтактного автогенератора и работает на частоте 100 кГц. Транзисторы генератора *Т26*, *Т27* имеют $B_{ст} = 50$. Для стабилизации нагрузки генератора при переходе в режим «моно» вместо отключенной стирающей головки с помощью переключателей *1-В1б* и *2-В1б* подключаются катушки с эквивалентной индуктивностью. Ток подмагничивания устанавливается регулировкой подстроечных резисторов *1-R77*, *2-R77*.

Почти все детали магнитофона размещены на семи печатных платах, изготовленных из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 мм. На первой плате находятся предварительные усилители записи и воспроизведения, на второй — шумоподавитель, на третьей расположен усилитель записи и индикатор, на четвертой — усилитель мощности, на пятой — генератор тока стирания и подмагничивания, на шестой — переключатель дорожек и на седьмой — фильтр питания.

В магнитофоне могут использоваться постоянные резисторы типов ОМЛТ-0,25 или ВС-0,125. Переменные резисторы *1-R64*, *1-R19* — типа СП3-10а. Подстроечные резисторы *R77*, *1-R34*, *1-R39* — типа СПО 0,15. Электролитические конденсаторы типа К50-6, конденсаторы *1-С40*, *2-С40* типа КТК, остальные типа БМ или МБМ. Все катушки намотаны на сердечниках от радиоприемника «Сокол» (броневой сердечник, феррит 600НН диаметром 9 мм, высотой 8,5 мм, внутрь катушки вводится подстроечный сердечник диаметром 2,6 мм, длиной 12 мм). Катушки *1-L2*, *1-L4* содержат по 400 витков провода ПЭВ-1 0,09; *1-L3* — 300 витков провода ПЭВ-1 0,1; *1-L1*, *2-L2* — 220 витков провода ПЭВ-1 0,12. Обмотки трансформатора *Тр1* заключены в броневой сердечник типа СБ-23-17а. Обмотка I содержит 40 + + 40 витков провода ПЭВ-1 0,23, обмотка II имеет 230 витков провода ПЭВ-1 0,2, отвод от 160-го витка, считая от заземленного конца.

Вместо транзисторов МП42Б можно применить транзисторы типов МП40 — МП42 с любым буквенным индексом, причем в одноименных каскадах каждого канала должны стоять транзисторы с возможно близкими значениями $B_{ст}$. Вместо *1-Т8* можно применить транзи-

Рис. 2. Насадка на валу двигателя, дюраль Д16-Т



сторы типов КП102 — КП103 Ж,З,И,К,Л, но при этом придется заново подобрать режим работы регулируемого каскада, а также каскада на транзисторе *1-Т11* с тем, чтобы получить необходимую величину напряжения управления.

Все переключатели типа П2К. Универсальная головка 6Д24Н.1. Стирающая головка 6С249.1. Индикаторные головки типа М476 на ток полного отклонения 150 мкА.

В связи с введением в лентопротяжный механизм скорости 19 см/с насадка на валу двигателя заменена на новую, размеры которой приведены на рис. 2. Силовой трансформатор *Тр2* типа ТС-18-1. Первичная обмотка (выводы *1—2—3*) содержит 844 витка провода ПЭВ-1 0,25 + 666 витков провода ПЭВ-1 0,19. Вторичная (выводы *5—6*) обмотка имеет 130 витков провода ПЭВ-1 0,35 и обмотка питания сигнальной лампы (выводы *7—8*) состоит из 37 витков провода ПЭВ-1 0,25. Двигатель М1 типа 4КС-18AW.

Налаживание начинают с проверки режимов работы транзисторов по постоянному току. Напряжения на электродах транзисторов, измеренные обычным авометром с относительным сопротивлением порядка 10 кОм/В, сведены в таблицу и могут отличаться от табличных на ± 10%.

Режим транзисторов по постоянному току

Обозначение транзистора	$U_э$, В	$U_к$, В	$U_б$, В
1Т1	0,45	2,8	1
1Т2	0,1	0,8	—
1Т3	0,7	5,5	—
1Т4	5,5	11	—
1Т5	0,1	5	0,2

Продолжение

Обозначение транзистора	$U_э$, В	$U_к$, В	$U_б$, В
1T6	0	5,5	—
1T7	5,5	11	—
1T9	5,0	10,5	—
1T10	11	7,0	—
1T11	1,5	6,0	—
1T12	0,1	1,4	—
1T13	1,4	3	—
1T14	3	6	—
1T15	5,5	11	—
1T16	0,1	0,8	—
1T17	0,6	5,8	—
T18	6	13	6
T19	13	21	13
T20	21	12	20,5
T21	12	21	12
T22	11,4	0,3	11,5
T23	12	21	12
T24	0,15	11,4	0,3
T25	12	21	12,4
T26, T27	0	12	+6

Включив магнитофон в режим воспроизведения на скорости 9,5 см/с, подают на базу транзистора *1-T1* от звукового генератора сигнал напряжением 200 мкВ частотой 15 кГц. Вращением сердечника катушки *1-L2* добиваются максимального напряжения на выходе (измеряется индикатором уровня магнитофона). После этого снимают частотную характеристику усилителя воспроизведения, которая должна приблизительно соответствовать характеристике, изображенной на рис. 3. Перед измерением вместо универсальной головки подключают резистор сопротивлением 300 Ом. Подгонку характеристики осуществляют путем изменения данных цепей коррекции *1-R11 1-R12 1-R13* для нижних частот и *1-R9* для верхних частот.

Коэффициент деления делителя *1-R24 1-R25* должен быть равен коэффициенту усиления каскада на транзисторе *1-T6*, в противном случае невозможно будет добиться правильного восстановления сигнала, обработанного при записи. Сигнал частотой 1 кГц подают на базу транзистора *1-T5*, напряжение этого сигнала выбирают таким, чтобы на линейном выходе было примерно 0,3 В.

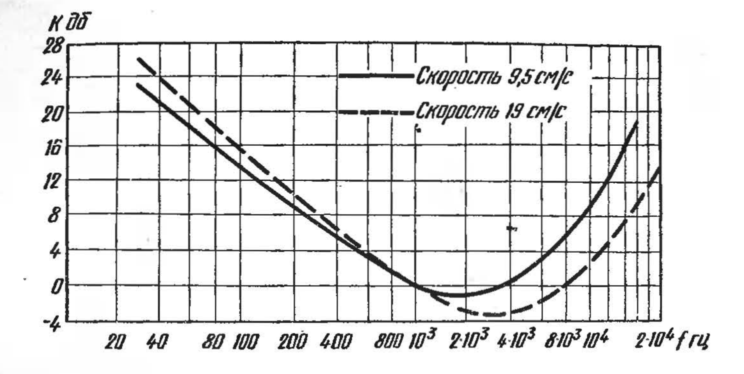


Рис. 3. Частотная характеристика канала воспроизведения

Подбором резистора *1-R24* добиваются равенства напряжений сигнала на резисторах *1-R25* и *1-R29*. Измерения необходимо производить с помощью милливольтметра с входным сопротивлением не менее 250 кОм/В или осциллографа, шумоподавитель при этом должен быть выключен выключателем *1В3*.

Далее приступают к налаживанию канала обработки. Подстроечным резистором *1-R34* устанавливают напряжение на истоке транзистора *1-Т8* равным 1,5 В. Зарядив магнитофон чистой лентой, включают его в режим воспроизведения, причем регуляторы громкости и тембра ВЧ должны быть в положении максимума, а в громкоговорителе должен прослушиваться высокочастотный «шип» ленты. Подстроечный резистор *1-R39* фиксируют в положении, соответствующем максимальному подавлению шума. Контроль степени подавления может производиться на слух, но более точные результаты получают с помощью милливольтметра переменного тока или осциллографа, подключенного к линейному выходу или параллельно динамической головке.

Остановив ленту, подают на базу *1-Т5* сигнал частотой 10 кГц и такой амплитудой, при которой напряжение на линейном выходе равняется 15—20 мВ. С помощью лампового вольтметра измеряют постоянное напряжение на затворе транзистора *1-Т8*, которое должно находиться в пределах 1,4—1,6 В, при необходимости его можно изменять, подбирая резистор *1-R42*. Налаживание шумоподавителя на этом заканчивается.

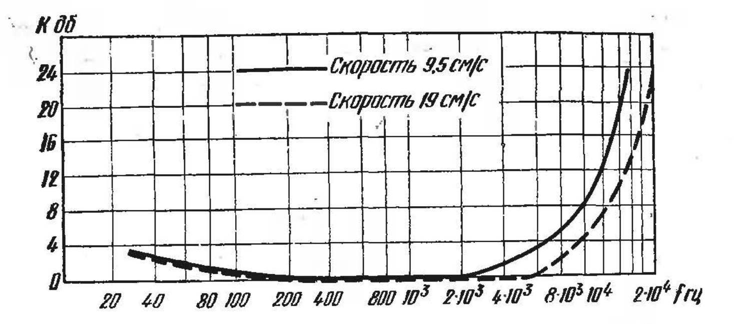


Рис. 4. Частотная характеристика канала записи

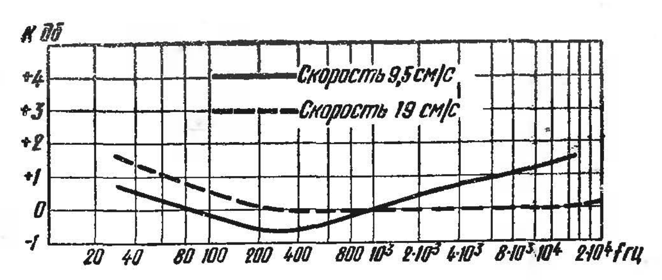


Рис. 5. Частотная характеристика канала запись-воспроизведение

Калибровка индикатора уровня осуществляется путем подбора резистора *1-R65* после подачи от звукового генератора сигнала частотой 1 кГц напряжением 1 В на базу транзистора *1-Т15*, при этом стрелка индикаторной головки устанавливается на границе двух цветов на шкале ИП.

Включают магнитофон в режим записи, настраивают фильтр-пробку *1-L3 1-С25* на частоту генератора. Контроль настройки ведут по минимуму показаний осциллографа или вольтметра переменного тока, подключенного к коллектору *1-Т16*.

Подав на вход звукоснимателя сигнал частотой 15 кГц напряжением 30 мВ, настраивают контур *1-L4*

1-С37 1-С38, контролируя максимум показаний по тем же приборам. После этого желательно снять частотную характеристику всего тракта записи (при выключенном шумоподавителе), сверить с показанной на рис. 4 и при необходимости подкорректировать с помощью элементов *1-R107*, *1-R70*.

Установку тока подмагничивания производят подстроечным резистором *1-R77* путем прослушивания и измерения сигнала контрольных записей частоты 1 кГц При оптимальном токе подмагничивания воспроизводимый сигнал максимален.

В заключение снимают частотную характеристику сквозного канала (рис. 5) и проверяют степень рассогласования частотных характеристик обоих сквозных каналов, которая не должна превышать 5 дБ.

РАДИОСПОРТСМЕНАМ

ТРАНСИВЕР С ПАНОРАМНЫМ ИНДИКАТОРОМ

Я. Лаповок

Трансивер ДЛ-70 разработан автором совместно с Г. Джунковским. Трансивер дает возможность вести прием и передачу в режимах AM, CW и SSB на любительских диапазонах 10, 14, 20, 40 и 80 м. Чувствительность приемника около 0,15 мкВ, выходная мощность передатчика не менее 200 Вт. Система АРУ обеспечивает прием сигналов с громкостью до S9 + 50 дБ и измерение силы принимаемых сигналов от S2 до S9 + 50 дБ. Система ограничения сигнала при передаче осуществляет сжатие динамического диапазона в режиме SSB на 20 дБ.

Встроенный в трансивер панорамный индикатор позволяет производить обзор сигналов в полосе 10 кГц и наблюдение спектра сигнала с разрешающей способностью 300 Гц.

Принципиальная схема. Структурная схема трансивера приведена на рис. 1, а принципиальная схема — на рис. 2.

При приеме сигнал поступает на П-контур выходного каскада передатчика *C1L1L2L3C4* и через конденсатор *C5* и контакты обесточенного реле *P1* — на входной контур усилителя ВЧ, выполненного на лампе *Л5*. Усиленный сигнал выделяется выходным контуром усилителя ВЧ и поступает на управляющую сетку лампы *Л7* первого смесителя приемника. Контуры усилителя ВЧ настраивают сдвоенным блоком переменных конденсаторов *C28*, *C55*.

На третью сетку лампы *Л7* подается напряжение гетеродина с кварцевой стабилизацией частоты. В первом положении переключателя диапазонов *B2* используется кварц на 8 МГц, и в анодной цепи выделяется третья гармоника сигнала 24 МГц. В последующих положениях переключателя диапазонов используется кварц 11,75 МГц и выделяется вторая гармоника 23,5 МГц; работает кварц 7,666 МГц и выделяется третья гармоника 23 МГц; опять кварц 8 МГц, но выделяется вторая гармоника 16 МГц; кварц 9 МГц и первая гармоника;

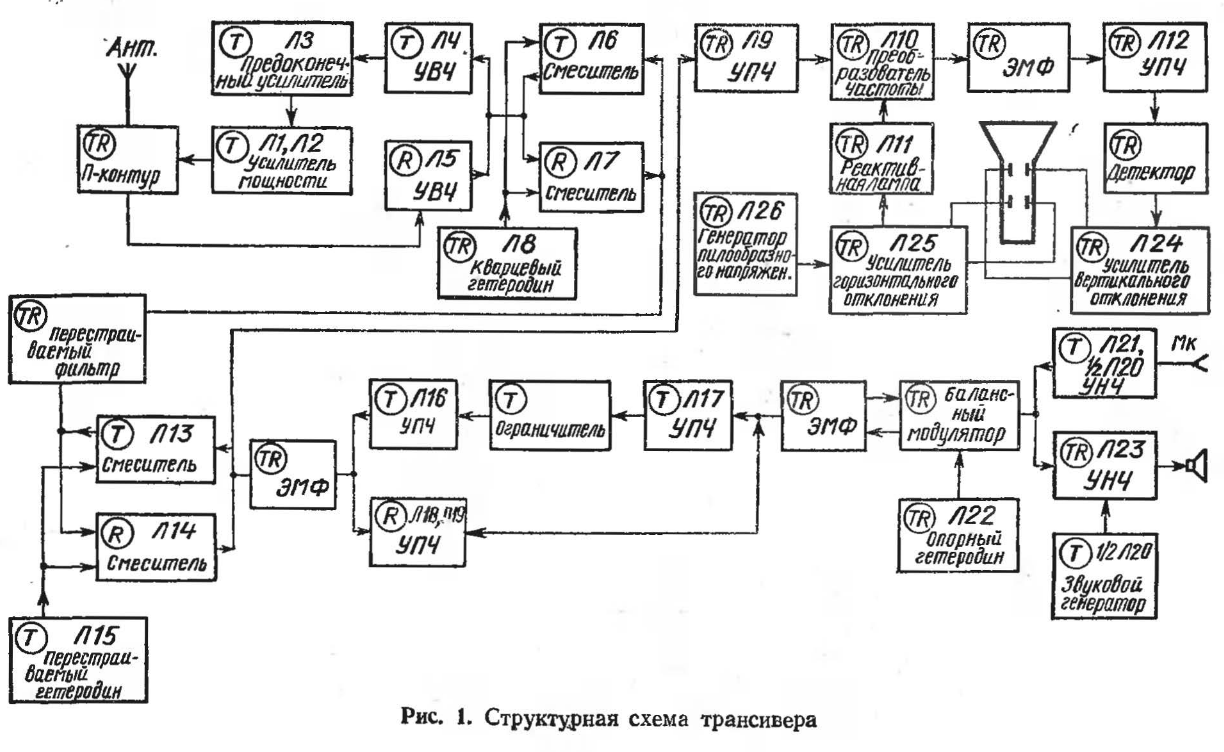
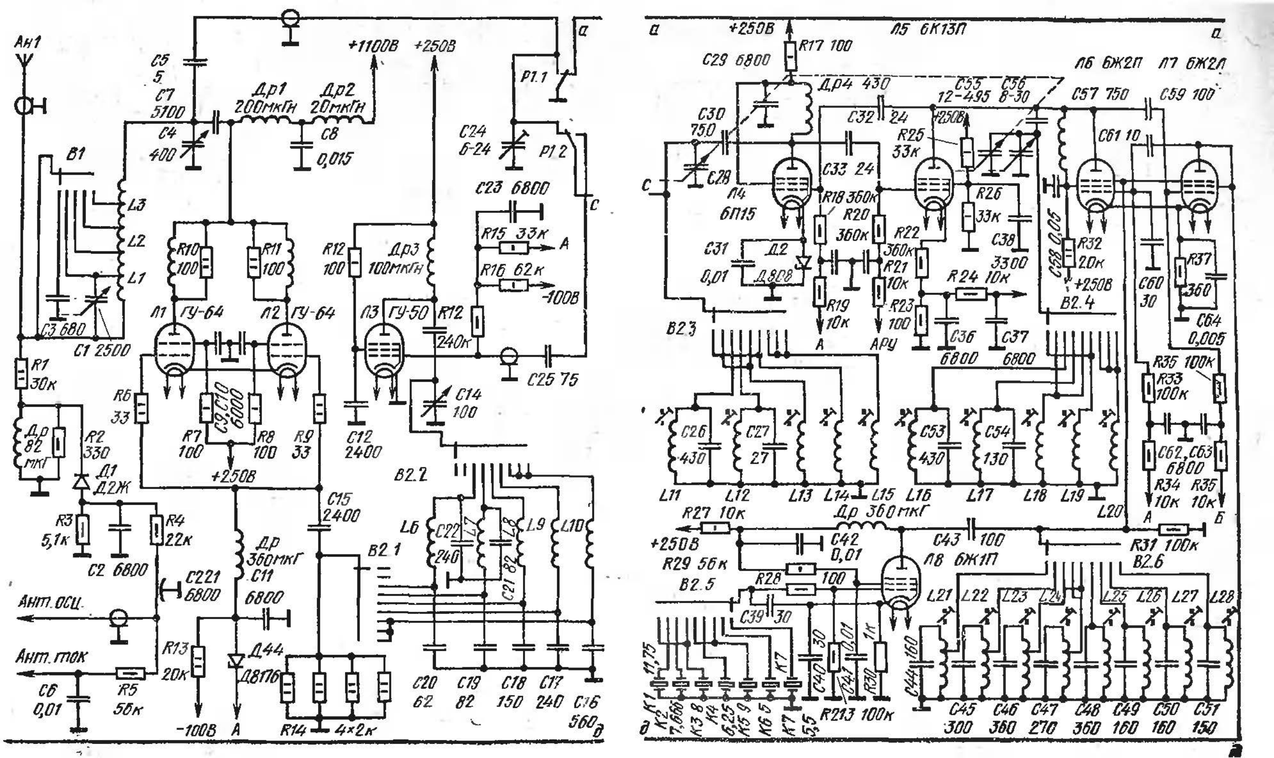
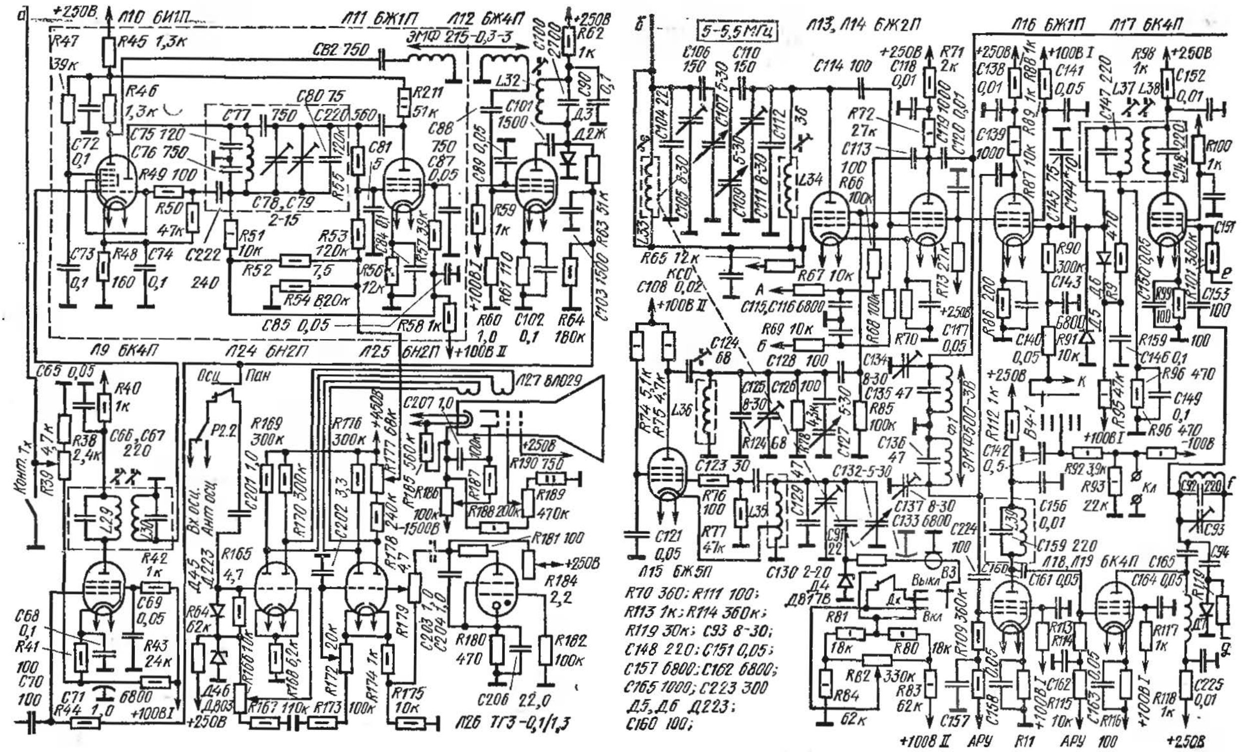


Рис. 1. Структурная схема трансивера



Ан1
В1
C3 680
C1 2500
R1 30к
Др 82 мкГ
R2 330
Д1 Д2Ж
R3 5,1к
C2 6800
R4 22к
C221 6800
Ант. осц.
Ант. ток
C6 0,01
R5 56к
C5 5
C7 5100
C4 400
Др1 200мкГн
Др2 20мкГн
C8 0,015
+1100В
+250В
R10 100
R11 100
Л1 ГУ-64
Л2 ГУ-64
R6 33
R7 100
C9,C10 6000
R8 100
R9 33
+250В
Др 360мкГ
C11 6800
R13 20к
Д44 Д811б
-100В
A
R14 4×2к
C15 2400
В2.1
R12 100
Др3 100мкГн
Л3 ГУ-50
R12 240к
C12 2400
C14 100
В2.2
L6
C22 240
L7
L8
C21 82
L9
L10
C20 62
C19 82
C18 150
C17 240
C16 560
a
P1.1
C24 6-24
P1.2
C23 6800
R15 33к
R16 62к
-100В
C25 75
c
+250В
R17 100
Л5 6К13П
C29 6800
Др4 430
Л6 6Ж2П
Л7 6Ж2Л
C30 750
C28
Л4 6П15
C31 0,01
Д2 Д808
R18 360к
R19 10к
R20 360к
R21 10к
АРУ
C32 24
C33 24
R22 360к
R23 100
R24 10к
C36 6800
C37 6800
C55 12-495
C56 8-30
R25 33к
R26 33к
C38 3300
C57 750
C59 100
C61 10
C58 0,05
R32 20к
+250В
В2.4
C60 30
R37 360
C64 0,005
В2.3
C26 430
C27 27
L11
L12
L13
L14
L15
C53 430
C54 130
L16
L17
L18
L19
L20
R35 100к
R33 100к
C62, C63 6800
R34 10к
R35 10к
Б
R27 10к
Др 360 мкГ
C43 100
+250В
C42 0,01
R31 100к
В2.6
R29 56к
R28 100
Л8 6Ж1П
В2.5
C39 30
C40 30
C41 0,01
R30 1к
R213 100к
К1 11,75
К2 7,666
К3 8
К4 6,25
К5 9
К6 5
К7 5,5
L21
L22
L23
L24
L25
L26
L27
L28
C44 160
C45 300
C46 360
C47 270
C48 360
C49 160
C50 160
C51 150



Л10 6И1П
Л11 6Ж1П
Л12 6Ж4П
ЭМФ 215-0,3-3
5-5,5 МГц
Л13, Л14 6Ж2П
Л16 6Ж1П
Л17 6К4П
Л9 6К4П
Л24 6Н2П
Л25 6Н2П
Л27 8ЛО29
Осц
Пан
Р2.2
Вх осц.
Ант осц
Конт. 1х
Л26 ТГЗ-0,1/1,3
Л15 6Ж5П
ЭМФ500-3В
КСО
Выкл
Вкл
Дх
В3
В4-1
Кл
Л18, Л19 6К4П
+100В II
+100В I
+250В
-1500В
АРУ
R11
R70 360; R111 100;
R113 1к; R114 360к;
R119 30к; С93 8-30;
С148 220; С151 0,05;
С157 6800; С162 6800;
С165 1000; С223 300
Д5, Д6 Д223;
С160 100;

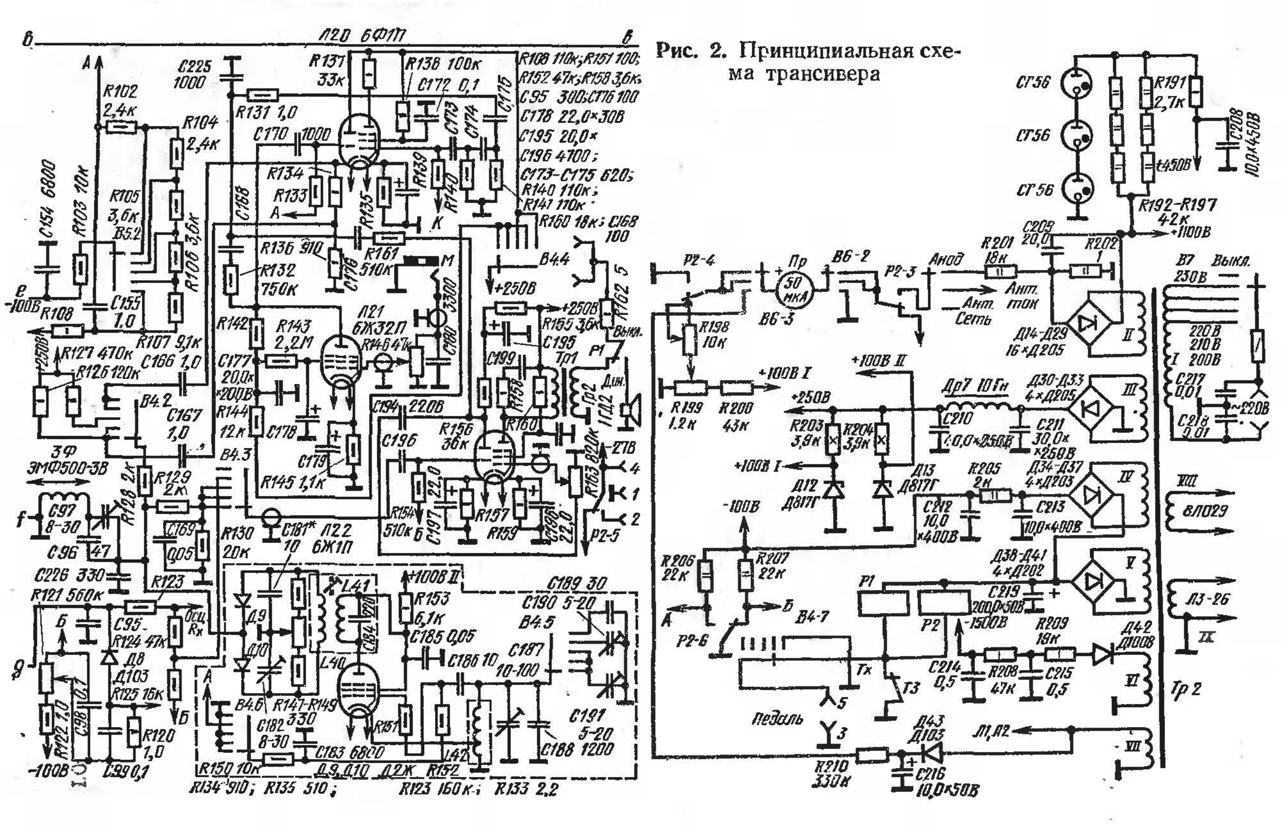


Рис. 2. Принципиальная схема трансивера

кварц 6,25 МГц и вторая гармоника 12,5 МГц; опять кварц 9 МГц с выделением первой гармоники. Перечисленные положения переключателя дают возможность работать на следующих участках частот: 29—29,5 МГц; 28,5—29 МГц; 28—28,5 МГц; 21—21,45 МГц; 14—14,35 МГц; 7—7,1 МГц; 3,5—3,65 МГц. Таким образом обеспечивается перекрытие любительских диапазонов. В двух последних положениях переключателя диапазонов используется кварц 5 МГц и выделяется вторая гармоника 10 МГц; включается кварц 5,5 МГц и выделяется третья гармоника 16,5 МГц. В этих положениях переключателя осуществляется калибровка границ диапазона перестройки первой промежуточной частоты (ПЧ) приемника (5—5,5 МГц).

В анодную цепь лампы *Л7* включен двухконтурный фильтр первой ПЧ, перестраиваемый двумя секциями счетверенного блока переменных конденсаторов *С107* и *С109*. Две остальные секции счетверенного блока используют для настройки сеточного (*С132*) и анодного (*С127*) контуров генератора плавного диапазона (ГПД) *Л15*. ГПД перестраивается в диапазоне частот 5,5—6 МГц.

Частота ГПД может быть сдвинута на ± 5 кГц изменением смещения на диоде *Д4* с помощью потенциометра *R82*. В зависимости от положения переключателя *В3* сдвиг частоты может быть постоянным, существовать только при приеме или отсутствовать.

Сигнал с выхода фильтра первой ПЧ поступает на первую сетку лампы *Л14* — второго смесителя приемника. На третью сетку этой лампы поступает напряжение от ГПД. В анодную цепь лампы *Л14* включен электромеханический фильтр *Ф1* на частоту 500 кГц с полосой пропускания 3 кГц.

Одновременно сигнал из анодной цепи лампы *Л14* поступает на вход панорамного индикатора. Первый каскад этого устройства — усилитель частоты 500 кГц с полосой пропускания 10 кГц — выполнен на лампе *Л9*. Усиление этого каскада регулируется изменением сопротивления резистора *R39*, стоящего в цепи катода (при приеме движок потенциометра *R39* подключен к корпусу через контакт реле *P1*). Следующие каскады панорамного индикатора образуют супергетеродинный приемник, автоматически перестраиваемый в диапазоне частот 500 ± 5 кГц. Преобразователем частоты этого приемника

является каскад на лампе *Л10*. Частота гетеродина, выполненного на триодной части лампы *Л10*, управляется реактивной лампой с индуктивной реакцией *Л11*, величина индуктивного сопротивления которой изменяется по пилообразному закону, так как на ее управляющую сетку подано пилообразное напряжение, снимаемое с движка потенциометра *R177*. Диапазон перестройки этого гетеродина 710—720 кГц.

В анодную цепь гептодной части лампы *Л10* включен электромеханический фильтр *Ф2* на частоту 215 кГц с полосой пропускания 300 Гц. Выделенный фильтром сигнал усиливается однокаскадным усилителем ПЧ на лампе *Л12* и поступает на диод *Д3* детектора, на нагрузке которого (*R64*) в момент настройки приемника панорамного индикатора на частоту сигнала выделяется импульс отрицательной полярности. Этот импульс подается в качестве напряжения АРУ на управляющую сетку лампы *Л9* и одновременно через тумблер *В10* на вход парафазного усилителя вертикального отклонения луча электронно-лучевой трубки на лампе *Л24*. Генератор пилообразного напряжения собран на тиратроне *Л26*, парафазный усилитель горизонтального отклонения луча — на лампе *Л25*. Потенциометры *R166* и *R172* служат для установки положения луча соответственно по вертикали и по горизонтали. Потенциометром *R179* регулируют ширину линии развертки на электронно-лучевой трубке, а потенциометром *R177* устанавливают ширину полосы обзора панорамного индикатора. В индикаторе использована электронно-лучевая трубка *Л27* типа 8ЛО29.

С выхода электромеханического фильтра *Ф1* сигнал поступает на двухкаскадный усилитель второй ПЧ приемника, который собран на лампах *Л18* и *Л19*. В анодную цепь лампы *Л19* включен электромеханический фильтр *Ф3* на частоту 500 кГц с полосой пропускания 3 кГц. Входная катушка этого фильтра нагружена на амплитудный детектор *Д7*. При установке переключателя рода работы *В4* в положение *«АМ»* напряжение с части нагрузки этого детектора (*R125*) поступает через контакты переключателя *В4-3* на вход усилителя НЧ (управляющая сетка триода *Л23*). Напряжение с выхода АМ детектора используется (вне зависимости от режима работы) для контроля формы принимаемого сигнала. При этом напряжение с резисторов *R124* и *R125*

поступает (через контакты *P2/2* обесточенного реле *P2* и тумблер *B10*, устанавливаемый в положение «*ОСЦ*») на вход парафазного усилителя вертикального отклонения индикатора.

Сигнал с выхода электромеханического фильтра *Ф3* подается на вход балансного детектора, выполненного на диодах *Д9* и *Д10*. На этот детектор во всех режимах работы, кроме АМ, подается опорное напряжение от гетеродина, собранного на лампе *Л22*. В режиме АМ при приеме эта лампа запирается отрицательным напряжением, поступающим через секцию *B4-6* переключателя рода работ; в режимах SSB и CW напряжение с нагрузки балансного детектора (*R130*) поступает через *B4-3* на вход усилителя НЧ.

Усилитель НЧ приемника собран на лампе *Л23*. Регулировка усиления по НЧ осуществляется потенциометром *R163*; выходной трансформатор может быть подключен тумблером *B8* к громкоговорителю *Гр* или к головным телефонам *Тф*. В последнем случае нагрузкой выходного каскада усилителя НЧ служит резистор *R162*.

Напряжение с выхода амплитудного детектора (*Д7*) через диод *Д8* поступает в качестве напряжения АРУ на управляющие сетки ламп *Л5*, *Л18* и *Л19*. Последовательно с источником напряжения АРУ установлен потенциометр *R121*, осуществляющий ручную регулировку усиления. Изменение падения напряжения на резисторе *R23* в цепи катода лампы *Л5* через контакты *P2/3*, *P2/4* обесточенного при приеме реле *P2* поступает на измерительный прибор ИП, показания которого оказываются пропорциональными силе принимаемого сигнала. Потенциометром *R199* при отсутствии сигнала на входе приемника и максимальном усилении по высокой частоте подстраивают нуль *S*-метра, а резистором *R198* при минимальном усилении по высокой частоте (запертой лампе *Л5*) устанавливают показания *S*-метра на нижнее деление шкалы.

Для перехода на передачу необходимо замкнуть контакты тумблера *T3* (или его контакты, подключаемые к гнездам *5* и *3* разъема педали). При этом срабатывает реле *P1* и *P2*. Контакты *P2/1* коммутируют цепь «сдвига» ГПД, *P2/2* — вход индикатора при его работе в режиме осциллографа, контакты *P2/3* и *P2/4* — измерительный прибор, контакты *P2/5* подают —27 В на гнездо разъема (для коммутации внешнего антенного реле

дополнительного приемника радиостанции), а контакты *Р2/6* отключают от корпуса точку *Б* и подключают к корпусу точку *А*. При этом на точке *Б* образуется напряжение 100 В, а в точке *А* вместо 100 В напряжение становится равным нулю. Коммутация точек *А* и *Б* обеспечивает запирание каскадов, работающих только при приеме (*Л5*, *Л7*, *Л14*, *Л18*, *Л19*, триодная часть *Л23*), и открытие каскадов, работающих только при передаче (*Л1*, *Л2*, *Л3*, *Л4*, *Л6*, *Л13*, *Л16*, *Л17*, триодная часть *Л20*, а в режиме АМ и *Л22*).

Контакты *Р1/1* замыкают на корпус кабель, по которому при приеме поступало на вход усилителя ВЧ напряжение с П-контура, и отключают регулятор усиления панорамного индикатора, *Р1/2* — отключают входной контур усилителя ВЧ приемника от кабеля, соединявшего его с П-контуром.

При работе в режимах SSB и АМ сигнал от микрофона усиливается каскадом на лампе *Л21* и поступает на катодный повторитель (триодная часть *Л20*). Потенциометр *R146* позволяет установить необходимый уровень сигнала от микрофона.

В режиме SSB через секцию переключателя рода работ *В4-2* на балансный модулятор (работающий при приеме балансным детектором) поступает полное напряжение с выхода катодного повторителя. При этом на выходе балансного модулятора образуется напряжение SSB.

В режиме АМ напряжение на балансный модулятор поступает с части нагрузки катодного повторителя (*R136*) и от источника постоянного напряжения (через резистор *R127*). При этом балансный модулятор частично разбалансируется, и на его выходе образуется АМ сигнал.

В режиме CW напряжение на балансный модулятор поступает только от источника постоянного напряжения (через резистор *R126*). При этом балансный модулятор полностью разбалансируется.

Секцией *В4-5* переключателя рода работ перестраивают генератор опорной частоты. В первом положении переключателя рода работы (SSB с «обратной» боковой полосой) частота опорного генератора устанавливается ниже полосы пропускания электромеханических фильтров *Ф1* и *Ф3*. При этом на выходе *Ф3* образуется сигнал верхней боковой полосы.

Во втором положении переключателя рода работы (SSB с нормальной боковой полосой) частота опорного генератора устанавливается выше полосы пропускания *Ф1* и *Ф3*, а на выходе *Ф3* образуется сигнал нижней боковой полосы.

В остальных положениях переключателя рода работы («*CW*», «*AM*» и «*Настройка*») частота опорного генератора устанавливается в полосе пропускания *Ф1* и *Ф3* (у верхней ее границы). При этом несущая частота проходит через фильтр *Ф1*. При работе CW на его выходе будет только несущая частота, при работе АМ — несущая и нижняя боковая полоса.

Секция *В4-4* переключателя рода работ подает напряжение питания на лампу *Л21* только в режимах SSB и АМ. В режимах CW и «Настройка» это напряжение подается на пентодную часть лампы *Л20*, на которой собран RC генератор частоты 600 Гц. В режиме CW этот генератор работает только при замкнутом ключе (точка *К* через *В4-1* замыкается ключом на корпус), а при настройке работает непрерывно. Через интегрирующую цепь *R131C225* и цепь *C176R161* сигнал с частотой 600 Гц поступает на сетку выходного усилителя НЧ приемника, что обеспечивает самоконтроль при передаче в режиме CW. В режиме «Настройка» сигнал с частотой 600 Гц, поступающий через *C168* и *R132* на вход катодного повторителя, подается в качестве модулирующего сигнала на балансный модулятор вместе с постоянным напряжением. При этом на выходе электромеханического фильтра *Ф3* образуется двухтоновый сигнал (несущая частота и отстоящая от нее на 600 Гц частота нижней боковой). Секция *В4-7* переключателя рода работ в положении «*Настройка*» переводит трансивер в режим передачи.

Сигнал с выхода фильтра *Ф3* поступает на усилитель, собранный на лампе *Л17*. Переключатель *В5*, изменяя смещение на управляющей сетке лампы *Л17*, устанавливает усиление этого каскада: в среднем положении переключателя обеспечивается нормальный уровень сигнала на выходе передатчика, при переключении *В5* на одну ступень вверх (по схеме) усиление каскада на *Л17* возрастает на 10 дБ, а при переключении вниз уменьшается на эту величину.

Двусторонний диодный ограничитель (*Д5*, *Д6*), включенный между каскадами на лампах *Л16* и *Л17*, при

установке *В5* в среднее положение не ограничивает сигнал. При установке *В5* в крайнее верхнее (по схеме) положение происходит ограничение сигнала со сжатием динамического диапазона на 20 дБ, во втором сверху положении — на 10 дБ. Положения переключателя *В5* вниз от среднего на одну и две ступени используются для снижения мощности передатчика в 10 и 100 раз соответственно.

Сигнал с выхода ограничителя усиливается лампой *Л16*. В этом каскаде осуществляется телеграфная манипуляция. Через секцию *В4-1* переключателя рода работ на управляющую сетку этой лампы в режиме CW подается запирающее напряжение при отжатом ключе, а при его нажатии это напряжение снимается. Резисторы *R92*, *R93*, *R94* и конденсатор *С142* образуют цепи формирования фронтов телеграфной посылки.

Электромеханический фильтр *Ф1*, включенный на выходе *Л16*, отфильтровывает лежащие за полосой 3 кГц составляющие спектра сигнала, образующиеся при работе ограничителя.

Сигнал с выхода фильтра *Ф1* поступает на управляющую сетку лампы первого смесителя передатчика *Л13*, на третью сетку которой поступает напряжение от ГПД. Перестраиваемый конденсаторами *С107* и *С109* фильтр выделяет сигнал с частотой, равной разности частоты ГПД и сигнала на выходе фильтра *Ф1*. Таким образом, этот сигнал при работе в режиме $SSB_{обр}$ будет иметь нижнюю боковую полосу, а в режиме $SSB_{норм}$ — верхнюю боковую полосу. С выхода перестраиваемого фильтра сигнал поступает на управляющую сетку лампы второго смесителя передатчика *Л6*, на третью сетку которой поступает сигнал гетеродина с кварцевой стабилизацией частоты. Анодной нагрузкой *Л6* служит контур, настраиваемый конденсатором *С55*. Этот контур на диапазонах 10, 14 и 20 м выделяет сигнал с частотой, равной сумме частот на сетках *Л6*, так что на этих диапазонах положение боковой полосы не изменяется. На диапазонах 40 и 80 м выделяется сигнал с частотой, равной разности частот сигналов на третьей и первой сетках *Л6*, так что происходит изменение положения боковой полосы. Следовательно, на высокочастотных диапазонах в режиме SSB норм. выделяется верхняя боковая полоса, а на низкочастотных — нижняя. В режиме

$SSB_{обр}$ выделяются обратные полосы, обычно используемые радиолюбителями.

Усилителем ВЧ передатчика служат каскады на лампах *Л4* и *Л3*. Контур в аноде *Л4* настраивается конденсатором *С28*, а контур в аноде *Л3* — отдельным конденсатором *С14*.

Напряжение на сетки ламп усилителя мощности *Л1*, *Л2* снимается с П-контура (конденсаторы *С16* — *С20*). Поскольку *Л1* и *Л2* работают с сеточными токами входная цепь усилителя мощности для предотвращения нелинейных искажений зашунтирована резистором *R14*. Низкоомные сопротивления в цепях сеток *Л1* и *Л2* обеспечивают устойчивость выходного усилителя на рабочей частоте. Самовозбуждение на УКВ предотвращают резисторы *R6*, *R9* в цепях сеток и *R10*, *R11* — в анодных цепях.

Нагрузкой выходного каскада служит П-контур, переключение диапазонов которого осуществляется отдельным переключателем *В1*.

С делителя напряжения *R1R2* выходное напряжение передатчика поступает на амплитудный детектор *Д1*. В положении тумблера *В10 «Осц»* это напряжение через усилитель вертикального отклонения поступает на электронно-лучевую трубку. Когда *В10* находится в положении *«ПАН»*, на усилитель вертикального отклонения (как и при приеме) поступает сигнал с приемника панорамного индикатора. Однако при передаче усиление этого приемника не регулируется и устанавливается (резистором *R39*) таким образом, чтобы спектр сигнала с выхода фильтра *Ф1* хорошо наблюдался на индикаторе. Находящийся под крышкой кожуха трансивера тумблер *В9* позволяет включить регулировку усиления панорамного индикатора при передаче, что необходимо, например, при контроле уровня остатка несущей частоты в режиме SSB.

При передаче прибор ИП1 переключателем *В6* переключается либо на контроль анодного тока выходного каскада (измеряется падение напряжения на резисторе *R202*), либо на контроль напряжения в антенне (измеряется напряжение на нагрузке детектора *Д1*). Третье положение переключателя *В6* служит для контроля напряжения сети (измеряется напряжение накала ламп *Л1* и *Л2*).

Питается трансивер от пяти выпрямителей: +110, +250, —100, —27, —1500 В. От выпрямителей +1100 и +250 В напряжение поступает на стабилизаторы напряжений +450, +100 В (I) и +100 В (II). Первый из них используется для питания усилителей отклонения и генератора развертки индикатора. Стабилизированное напряжение +100 В (I) служит для питания экранирующих сеток усилителей ПЧ и ВЧ, а +100 В (II) — для питания гетеродинов.

В первичной обмотке силового трансформатора предусмотрены отводы, обеспечивающие нормальную работу трансивера при напряжении сети от 200 до 230 В. Включение трансивера и установка питающего напряжения осуществляется переключателем *В7*.

Детали и конструкция. Конденсатор связи с антенной (*С1*) представляет собой спятеренный блок переменных конденсаторов, секции которого включены параллельно. Анодный конденсатор П-контура *С4* — сдвоенный блок переменных конденсаторов с параллельно включенными секциями. Этот конденсатор имеет зазор между пластинами 1 мм.

Блок настройки усилителя ВЧ (*С28С55*) — двухсекционный малогабаритный конденсатор настройки от вещательного приемника.

Основной блок настройки (*С107*, *С109*, *С126*, *С132*) — от радиостанции Р-106. Данные катушек индуктивности приведены в таблице. Катушки *L1*, *L2*, *L3*, *L4* и *L5* бескаркасные. Остальные катушки намотаны на пластмассовых каркасах.

Данные дросселей (их индуктивность) приведены на схеме. Дроссели *Др3* и *Др4* — на ток 0,5 А, *Др5* — на ток 200 мА. Дроссель *Др6* — на ток 0,25 А, *Др10* — силовой, любого типа. Остальные дроссели любого типа. Для увеличения индуктивности дросселей применены альсиферовые сердечники.

Выходной трансформатор — от приемника «Рекорд».

Силовой трансформатор намотан на сердечнике Ш40 × 50 с окном 120 × 40 мм. Обмотка I имеет 315 витков провода ПЭВ-2 1,62 с отводами от 300, 285 и 270-го витков. Обмотка *II* состоит из 1400 витков провода ПЭВ-2 0,44. Обмотка *III* содержит 300 витков ПЭВ-2 0,44. Обмотка *IV* — 120 витков ПЭВ-2 0,24. Обмотка *V* — 30 витков ПЭВ-2 0,64. Обмотка *VI* — 1600 витков ПЭВ-2 0,12. Обмотки *VII*, *VIII* и *IX* содержат по 9 витков, об-

Таблица

Обозначение по схеме	Диаметр, мм	Число витков	Провод	Длина намотки, мм	Сердечник	Добротность
L1	50	5+7	МГ 1,2	40	—	—
L2	50	2+2	МГ 1,6	30		
L3	30	4	МГ 2,5	20		
L4	8	3	МГ 1,0	10		
L5	8	3	МГ 1,0	10		
L6	25	22	ПЭВ-2 0,64	21	—	140
L7	25	15	ПЭВ-2 0,64	12	—	160
L8	19	14	ПЭВ-2 1,0	25	—	250
L9	19	8	ПЭВ-2 1,0	17	—	250
L10	19	6	ПЭВ-2 1,0	14	—	200
L11, *L16*	15	12	ПЭВ-2 0,64	12	СЦР-8	120
L12, *L17*	15	8	»	8	»	120
L13, *L18*	15	5	»	5	»	120
L14, *L19*	15	4	»	4	»	130
L15, *L20*	15	3	»	3	»	150
L21	9	3+3	ПЭШО 0,44	3,5	СЦР-1	90
L22	9	4,5+3,5	»	5	»	80
L23	9	4+5	»	6	»	80
L24	9	5+1	»	3,5	»	70
L25	9	4	»	2,5	»	95
L26	9	3	»	2	»	100

Обозначение по схеме	Диаметр, мм	Число витков	Провод	Длина намотки, мм	Сердечник	Добротность
L27	9	3	»	2	»	100
L28	9	3	»	2	»	100
L29	8	110×2	ЛЭШО 7× ×0,07	4×2	»	90
L30	8	110×2	»	4×2	»	90
L31	10	150	»	6	»	90
L32	—	70	ЛЭШО 16× ×0,07	—	СБ-11а	220
L33, L34	19	29	ПЭВ-2 0,33	20	СЦР-8	150
L35	19	20+4	»	16	»	150
L36	9	39	ПЭШО 0,31	17	СЦР-1	120
L37	8	110×2	ЛЭШО 7× ×0,07	4×2	»	90
L38	8	110×2	»	4×2	»	90
L39	8	110×2	»	4×2	»	90
L40	8	110	ПЭВ-1 0,08	4	—	—
L41	8	110×2	ЛЭШО 7× ×0,07	4×2	»	90
L42	10	60+20	ЛЭШО 15× ×0,07	8	»	120

Примечание: *L40* намотана вплотную у заземленного по высокой частоте конца *L41*.

мотки *VII* и *IX* выполнены шиной сечением 2,5 мм^2, а обмотка *VIII* — проводом ПЭВ-2 0,64.

Непосредственно на шасси собирают выпрямители с фильтрами, усилитель мощности (*Л1*, *Л2*), предварительный усилитель мощности (*Л3*), УВЧ (*Л4*, *Л5*) смесители (*Л6*, *Л7*), гетеродин с кварцевой стабилизацией частоты (*Л8*).

Первый блок, устанавливаемый на шасси,— генератор опорного напряжения (*Л22*) с балансным модулятором (детектором).

Второй блок образует трансивер, работающий в диапазоне частот 5—5,5 МГц. В него входят каскады, собранные на лампах *Л13* — *Л21* и *Л32*.

Третий блок — индикаторное устройство. В него входят каскады, собранные на лампах *Л9* — *Л12*, *Л24* — *Л26*. Электронно-лучевая трубка укреплена на передней панели трансивера.

Особенности налаживания трансивера. Налаживание трансивера следует начать с автономной настройки блоков опорного генератора и трансивера на 5—5,5 МГц.

Опорный генератор при установке переключателя рода работ в положении «*SSB обр.*»; «*SSB норм.*» и «*CW*» необходимо предварительно настроить на 500, 503 и 502,5 кГц. После этого следует подобрать температурный коэффициент конденсатора *C188* таким образом, чтобы при работе опорного генератора в течение нескольких часов после 15-минутного прогрева его частота изменялась не более чем на 25—50 Гц.

Каскады усилителя НЧ передатчика должны давать на выходе катодного повторителя (*Л20*) напряжение до 1 В при произнесении перед микрофоном громкого звука «а-а-а».

Подключив ламповый вольтметр к выходу второго каскада усилителя первой ПЧ передатчика (*Л16*) и установив переключатель *B5* в среднее положение, необходимо снять частотную характеристику тракта от микрофонного входа, к которому подключают звуковой генератор. Предварительно необходимо установить уровень сигнала от ЗГ на линейном участке амплитудной характеристики контролируемого тракта. Полоса пропускания в режимах SSB должна лежать в пределах 300 Гц — 3 кГц. Установка границ полосы пропускания осуществляется корректировкой частоты опорного генератора в режимах SSB обр. и SSB норм.

Переведя переключатель *B5* в положение максимального усиления, необходимо установить уровень сигнала от ЗГ на горизонтальном участке амплитудной характеристики тракта. После этого подбором величины емкости конденсатора *C144* устанавливают амплитуду сигнала на выходе фильтра *Ф1* (на управляющей сетке *Л13*) равной 1 В.

Подбором температурного коэффициента конденсатора *C129* необходимо добиться такой стабильности работы ГПД, чтобы уход частоты был не более чем на 50—100 Гц за один час. Напряжение ГПД на третьих сетках смесителей (*Л13*, *Л14*) должно быть больше 5—6 В. Сигнал на выходе трансивера на 5—5,5 МГц — 1 В.

Настройка высокочастотных каскадов трансивера производится в режиме «Передача». Напряжение на третьих сетках ламп смесителей (*Л6*, *Л7*) должно быть 5—6 В, напряжение на управляющей сетке *Л4* около 3—4 В, на управляющей сетке *Л3* порядка 15—20 В и на управляющих сетках *Л1*, *Л2* оно равно 40—50 В. Анодный ток покоя ламп выходного каскада 100—150 мА, максимальный ток в режимах SSB 400 мА. Снижение мощности в режиме CW производится переключателем *B5* до установки анодного тока выходного каскада равным 200 мА.

Настройка индикатора производится с помощью ГСС, подключенного к его входу (управляющая сетка *Л9*). В режиме «Панорамный индикатор» от ГСС подается сигнал 500 кГц. Метка должна находиться в середине экрана. Этого добиваются установкой частоты гетеродина с помощью конденсаторов *C78*, *C79*. Изменяя частоту ГСС на ± 5 кГц, необходимо с помощью *R177* установить полосу обзора индикатора. Подстройкой катушек *L29* и *L30* необходимо добиться равномерной амплитуды сигнала на индикаторе в полосе 10 кГц.

Градуировку *S*-метра производят в положении органов настройки П-контура, обеспечивающем максимальную выходную мощность на нагрузке 50—75 Ом. За S9 принимается 50 мкВ.

БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ SSB СИГНАЛА

Г. Шульгин (UA3ACM),
мастер спорта СССР

Данный электронный блок служит для формирования однополосного сигнала с использованием электромеханического фильтра. Его можно установить в уже имеющийся у радиолюбителя ламповый трансивер, использовать в новой разработке трансивера или передатчика на транзисторах. В блоке имеется устройство, позволяющее автоматически включать передатчик трансивера от голоса оператора.

Уровень выходного напряжения сформированного SSB сигнала при подаче на вход микрофонного усилителя 3 мВ и нагрузке 1 кОм составляет 300 мВ. Подавление несущей частоты опорного генератора и нерабочей боковой полосы не менее 50 дБ.

Принципиальная схема блока приведена на рис. 1. Сигнал с микрофона поступает на микрофонный усилитель, выполненный на микросхеме *МС1*, а затем — на вход диодного кольцевого балансного модулятора *Д10—Д14*. Напряжение опорного генератора несущей частоты 500 кГц подается с катушки связи трансформатора *Тр3* на средний вывод переменного резистора *R22* кольцевого балансного модулятора. Этот модулятор позволяет даже без предварительной подборки диодов получить подавление несущей частоты до —30 дБ. Нагрузкой балансного модулятора служит трансформатор промежуточной частоты *Тр2*, который необходим для согласования кольцевого модулятора с электромеханическим фильтром *Ф1*. Электромеханический фильтр пропускает верхнюю боковую полосу, нижняя боковая полоса ослабляется фильтром до уровня —50 дБ. Частота опорного генератора выбрана такой, что несущая оказывается в точке характеристики ЭМФ, соответствующей ослаблению —20 дБ относительно максимального уровня. Таким образом подавленная кольцевым балансным модулятором несущая после прохождения через электромеханический фильтр ослабляется дополнительно еще на —20 дБ и общее подавление несущей составляет —50 дБ. Сформированный, однополосный сигнал усиливается однокаскадным усилителем на транзисторе *Т3* и снимается с вторичной обмотки трансформатора *Тр1*.

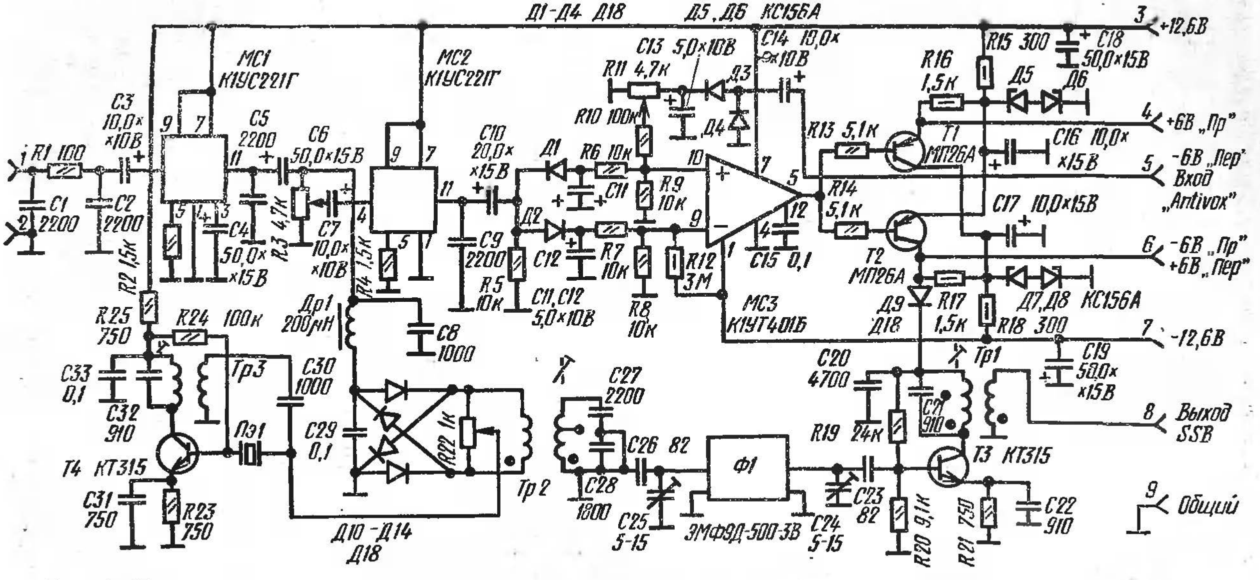


Рис. 1. Принципиальная схема блока формирования (перемычку, замыкающую C28, следует подключить к верхней по схеме обкладке C25)

Система автоматического управления передатчиком от голоса оператора работает следующим образом. Сигнал с микрофона усиливается усилителями на микросхемах *МС1* и *МС2* и поступает на диодные детекторы *Д1* и *Д2*. Время задержки «VOX» определяется постоянной времени цепей *C11R6R9* и *C12R7R8*, через которые проходит продетектированное напряжение низкой частоты. Время задержки можно изменять, увеличивая или уменьшая емкости конденсаторов *C11* и *C12*. Данные на схеме величины емкостей обеспечивают время задержки «VOX» порядка 1 с.

Сигнал с детектора, имеющий положительную полярность, поступает на инвертирующий вход операционного усилителя *МС3*, сигнал отрицательной полярности подается на неинвертирующий вход этой же микросхемы. К неинвертирующему входу подводится также продетектированное напряжение низкой частоты с выхода приемника. Эта цепь используется для того, чтобы предотвратить случайное включение передатчика при работе с динамическим громкоговорителем, когда при достаточной чувствительности микрофонной цепи не исключена акустическая обратная связь микрофон — динамический громговоритель. С выхода операционного усилителя сигнал поступает на электронные ключи, собранные на транзисторах *Т1* и *Т2*.

При отсутствии на входе операционного усилителя *МС3* продетектированного напряжения низкой частоты транзисторы *Т1* и *Т2* закрыты положительным (относительно их эмиттеров) напряжением на выходе операционного усилителя. В результате с точки *4* снимается напряжение +6 В, а с точки *6* напряжение —6 В. Выходные напряжения стабилизированы кремниевыми стабилитронами *Д5*, *Д6* и *Д7*, *Д8*. Для других значений напряжений необходимо лишь заменить резисторы *R13* и *R18* и кремниевые стабилитроны *Д5—Д8*. Резисторы подбирают по номинальному току стабилизации стабилитронов.

Когда на вход операционного усилителя подается продетектированное напряжение, транзисторы *Т1* и *Т2* открываются отрицательным напряжением, снимаемым с выхода этого усилителя. С точки *4* снимается напряжение —6 В, а с точки *6* — напряжение +6 В. Выходные напряжения можно использовать для питания соот-

ветствующих каскадов на транзисторах или для управления транзисторными ключами, коммутирующими сеточные цепи каскадов на электронных лампах.

Конструкция и детали. Блок собран на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размером 140 × 60 × 1,5 мм. Допускается использование навесного монтажа. В конструкции применены малогабаритные радиокомпоненты следующих типов: постоянные резисторы — МЛТ; переменные — СПО или СП5-2; конденсаторы постоянной емкости — КМ, электролитические — К50-6, подстроечные — КПК-МП; транзисторы *Т1* и *Т2* — МП26А можно заменить на МП26Б или МП42, МП16 с любым буквенным индексом. Транзисторы *Т3*, *Т4* — типа КТ315 с любым буквенным знаком. Вместо КТ315 можно поставить КТ306 или КТ312. В конструкции применен электромеханический фильтр типа ЭМФ9Д-500-3В. Возможно применение любого другого фильтра с полосой пропускания $2\Delta f(6 \text{ дБ}) = 3$ кГц, в этом случае необходимо подобрать частоту кварцевого резонатора ПЭ1. В качестве трансформаторов *Тр1* — *Тр3* использованы катушки от фильтров сосредоточенной селекции радиоприемника «Селга-404».

Резонансные катушки трансформаторов *Тр1* и *Тр2* содержат по 55 витков провода ПЭВ-2 0,1, причем отвод не используется, а катушки связи — 24 витка того же провода. Резонансная катушка трансформатора *Тр3* содержит 81 виток провода ПЭВ-2 3 × 0,08, катушка связи — 4 витка провода ПЭВ-2 0,10.

Все катушки помещены в трубчатые сердечники из феррита Ф600 размером 10 × 7 × 12 мм и заключены в алюминиевые экраны. Подстройка катушек в резонанс осуществляется подстроечными сердечниками из феррита Ф600 диаметром 2,8 и длиной 14 мм.

Печатная плата блока помещается в экран из листовой латуни толщиной 0,5 мм. Экран изготовляется по размеру платы и снабжен съемной крышкой, дающей свободный доступ к регулировочным элементам блока (переменные резисторы, подстроечные конденсаторы). Все провода, идущие к блоку, пропущены через самодельные проходные изоляторы, запрессованные в отвер-

стия диаметром 3 мм в стенке экрана. Изоляторы представляют собой тефлоновые втулки диаметром 3 и длиной 5 мм, в которых просверливаются отверстия диаметром 0,9 мм. В отверстия с небольшим усилием вставляют отрезки голого медного посеребренного или луженого провода диаметром 1 и длиной 10 мм. К этим проводникам припаивают провода внешних и внутренних цепей блока. Рядом с проходными изоляторами входа микрофонного усилителя (на схеме точка *1*) и выхода 500 кГц SSB (точка *8*) необходимо расположить лепестки заземления. Подводку к этим точкам следует вести экранированным проводом либо коаксиальным кабелем.

Налаживание. Для настройки блока вполне достаточно обычного авометра и милливольтметра переменного тока с нижним пределом измерения порядка 3 мВ. Чтобы настроить блок более тщательно, необходимы звуковой генератор любого типа, обеспечивающий плавную или скачкообразную перестройку от 200 до 4000 Гц и возможность изменения уровня выходного сигнала от 0 до 10 мВ, и осциллограф, позволяющий просматривать частоты от 200 до 500 кГц. Единственное требование, предъявляемое к звуковому генератору,— это минимально возможный уровень фона, так как чувствительность блока по входу очень велика и при настройке системы «VOX» возможны ошибки в выставлении уровней регулировки. Автором использовались ампервольтметр Ц-315, милливольтметр В3-4, самодельный звуковой генератор и осциллограф СИ-1.

Прежде всего необходимо тщательно по каскадам проверить правильность монтажа. При этом следует обратить особое внимание на распайку микросхем. После проверки монтажа к блоку подключают источники питания +12,6 В и —12,6 В с нестабильностью не более ±1 В. Источник питания должен обеспечивать ток не менее 50 мА.

Налаживание блока начинают с микрофонного усилителя. Если у радиолюбителя нет звукового генератора и осциллографа, микрофонный усилитель проверяют, подключив к его входу (точки *1* и *2*) микрофон, с которым предполагается эксплуатировать блок. Лучше всего

для этой цели подходят микрофоны МД44, МД66-А и МД47 с отключенным согласующим трансформатором. К выходу усилителя параллельно конденсатору *С29* подключают милливольтметр переменного тока. Перед микрофоном произносят долгое «а-а-а» со средней громкостью, при этом стрелка милливольтметра должна отклониться до середины шкалы. Уровень выходного напряжения с микрофонного усилителя не должен превышать 200 мВ. При наличии у радиолюбителя звукового генератора и осциллографа настройка микрофонного усилителя значительно упрощается. Звуковой генератор подключают ко входу микрофонного усилителя, осциллограф — к выходу усилителя после конденсатора *С6*. Уровень выходного сигнала со звукового генератора устанавливают около 5 мВ и, плавно перестраивая звуковой генератор от 200 Гц до 4000 Гц, просматривают форму и уровень выходного сигнала. При настройке микрофонного усилителя нужно отключить генератор опорной частоты 500 кГц. Для этого достаточно извлечь из панельки кварцевый резонатор ПЭ1 или временно отпаять один вывод резистора *R25*. Если микрофонный усилитель не работает, то либо неисправна микросхема, либо есть ошибки в монтаже.

После наладки микрофонного усилителя приступают к регулировке генератора опорной частоты 500 кГц. Для этого резистор *R25* припаивают на место и проверяют наличие постоянных напряжений на коллекторе и эмиттере транзистора *Т4*. Милливольтметр или осциллограф подключают к среднему выводу переменного резистора *R22*. Вращая сердечник трансформатора *Тр3*, добиваются устойчивых колебаний генератора. Если вращением сердечника не удается запустить генератор, нужно подобрать емкость конденсатора *С32* так, чтобы резонансная частота трансформатора *Тр3* равнялась 500 кГц. Уровень выходного сигнала генератора должен быть не менее 0,9 В (эффективное значение).

Убедившись в работоспособности генератора и микрофонного усилителя, приступают к настройке по наилучшему коэффициенту передачи трансформатора *Тр2* и электромеханического фильтра *Ф1*, а также усилителя промежуточной частоты (*Т3*). К выходу усилителя промежуточной частоты (точки *8* и *9*) подключают нагрузку (резистор сопротивлением 1 кОм) и милливольтметр или осциллограф. В период регулировки усилителя ПЧ

на него необходимо временно подать питание +6 В. Для этого нужно соединить перемычкой вывод эмиттера транзистора *Т2* с минусовым выводом диода *Д9*; таким образом, на выводы транзистора *Т3* будет подано напряжение питания. Проверив наличие постоянных напряжений на выходах транзистора *Т3*, перед микрофоном произносят громкое «а-а-а». Вращая сердечники трансформаторов *Тр1* и *Тр2* и подстроечные конденсаторы *С24* и *С25*, добиваются максимального уровня выходного однополосного сигнала. После этого накоротко замыкают вход микрофонного усилителя и балансируют диодный кольцевой балансный модулятор переменным резистором *R22*. Контроль за подавлением несущей частоты осуществляется на выходе усилителя ПЧ милливольтметром или осциллографом. Остаток уровня подавленной несущей частоты должен быть в 100 раз меньше максимального уровня выходного сигнала.

После регулировки каскадов формирования перемычку между эмиттером транзистора *Т2* и диодом *Д9* убирают и приступают к регулировке системы автоматического управления передатчика голосом оператора («VOX»). Для этого вольтметр постоянного тока подключают к точке *4*, движок переменного резистора *R3* ставят в нижнее, а движок переменного резистора *R11* в крайнее левое по схеме положение. При этом вольтметр должен показывать напряжение +6 В. Подключив к входу блока микрофон, произносят любое слово, начинающееся с шипящей буквы, одновременно регулируют порог срабатывания системы переменным резистором *R3*. Причем необходимо добиться такого положения, чтобы система включалась только при работе с микрофоном, находящимся на расстоянии 10—20 см от оператора, при средней громкости передачи. Контроль срабатывания определяют вольтметром (в момент, соответствующий установке режима «Пер.» прибор покажет напряжение —6 В).

Для предотвращения проникновения в микрофон звуков от работающей рядом динамической головки в блоке предусмотрена система защиты. Ее регулируют в комплексе аппаратуры, в котором будет использоваться блок. Оператор устанавливает ручки регулировок усиления приемника в оптимальное положение (при котором он обычно работает), выход усилителя НЧ прием-

ника соединяет с точкой *5* блока, к выходу приемника подключает головку динамического громкоговорителя.

Приемник настраивается на сигнал самой мощной в диапазоне станции. Обычно это сделать легко. Микрофон, подключенный к входу блока, подносится на 30—50 см к динамической головке. При этом система включится на передачу. Вращая движок переменного резистора *R11*, добиваются такого положения, при котором система переключится на прием. Когда в канале приемника нет громкой станции, система срабатывает как обычно. При появлении же сильного сигнала следует контрольное слово произнести громче звука, слышимого с головки.

ЧАСТОТОМЕР НА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ

Р. Кроль

Блок-схема частотомера показана на рис. 1.

На вход триггера Шмитта *ST* (точка *А*) поступают периодические колебания произвольной формы с измеряемой частотой f_x. Триггер Шмитта формирует из них последовательность прямоугольных импульсов с крутым фронтом и спадом и той же частотой повторения. При этом длительность выходного импульса (в точке *Б*) определяется временем нахождения триггера во включенном состоянии. Триггер Шмитта включается (т. е. переходит во второе устойчивое состояние), когда уровень входного напряжения превышает напряжение включения — порог триггера $U_{вкл}$. Когда уровень входного напряжения становится меньше напряжения выключения триггера $U_{выкл}$, последний возвращается в исходное (первое устойчивое) состояние.

Таким образом, длительность выходного импульса триггера Шмитта зависит от амплитуды входного напряжения. В частности, если эта амплитуда не достигнет $U_{вкл}$, триггер не сработает. Поэтому выходные импульсы триггера нельзя использовать для измерения, и их используют для запуска ждущего мультивибратора *MB*. На выходе последнего (точка *В*) получают последовательность коротких импульсов с фиксированными длительностью τ_u и амплитудой U_m, не зависящими от амплитуды входного сигнала. Частота повторения этих импульсов по-прежнему равна f_x.

Описанный выше процесс формирования «стандартизованных» измерительных импульсов иллюстрируется рис. 2 на примере синусоидального входного сигнала.

Выходные импульсы ждущего мультивибратора *MB*

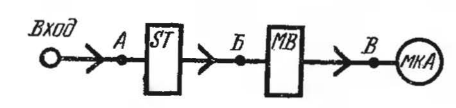


Рис. 1. Блок-схема частотомера

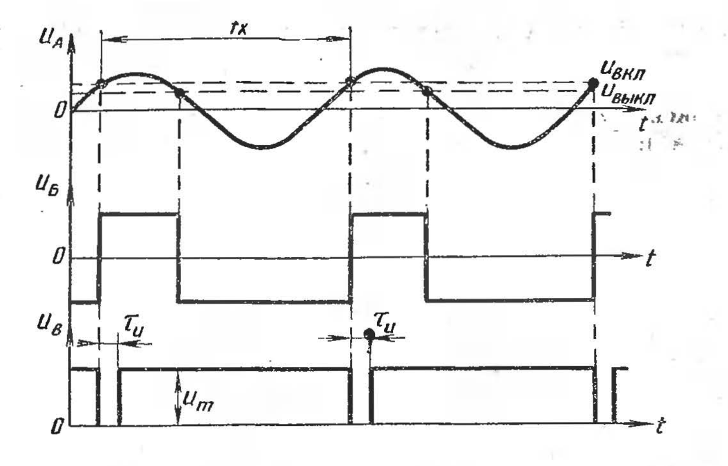


Рис. 2. Принцип работы частотомера

подаются на стрелочный прибор (микроамперметр *мкА*), отклонение стрелки которого из-за инерционности подвижной системы пропорционально среднему току, протекающему через его рамку:

$$I_{ср} = \frac{\tau_и U_m}{R_{пр}} f_x ,$$

где $\tau_и$ — длительность выходного импульса ждущего мультивибратора;

U_m — амплитуда выходного импульса ждущего мультивибратора;

$R_{пр}$ — сопротивление рамки микроамперметра;

f_x — измеряемая частота.

Поскольку $\tau_и$, U_m и $R_{пр}$ — величины фиксированные, средний ток оказывается прямо пропорциональным измеряемой частоте f_x. Шкала частотомера получается линейной.

Простой частотомер, работающий по такому принципу, можно построить, используя всего одну логическую микросхему (*ИС*) типа К1ЛБ333 и К1ЛБ553. Эти микросхемы содержат в одном корпусе четыре двухвходовых инвертора (схемы 2И-НЕ). Схема простого частотомера показана на рис. 3. Диоды *Д1* и *Д2* ограничивают входное напряжение. Длительность выходного импульса ждущего мультивибратора $\tau_и$ определяется по-

стоянной времени цепочки $R3C1$ и должна быть примерно вдвое меньше периода наивысшей измеряемой частоты. При указанных на схеме рис. 3 номиналах деталей максимальная измеряемая частота составляет примерно 30 кГц. Как показывают расчет и эксперимент, с микроамперметром типа М261М (0—200 мкА, $R_{пр} = 160$ Ом) полное отклонение стрелки получается уже при $f_x = 2$ кГц. Подстроечный резистор $R4$ используется при калибровке частотомера.

На рис. 4 показана полная электрическая принципиальная схема простого частотомера. С использованием миниатюрных деталей (резисторы типов МЛТ-0,125, СПО-0,15 и конденсатор типа КМ) весь частотомер без микроамперметра размещается на печатной плате размерами 40 × 60 мм.

При очевидных достоинствах (простота, малые масса и габариты) такому частотомеру присущи некоторые не-

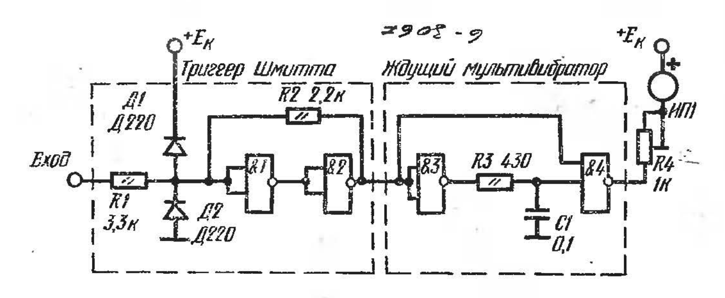


Рис. 3. Схема простого частотомера

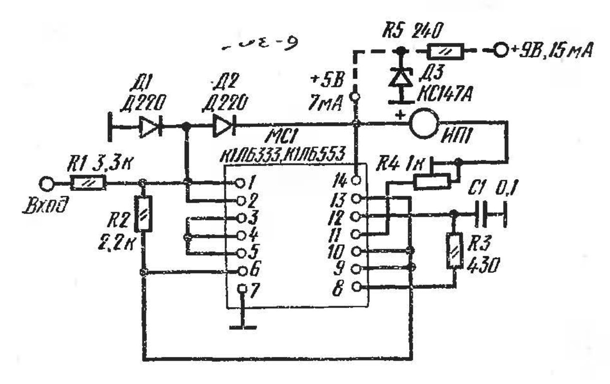


Рис. 4. Полная принципиальная схема частотомера

достатки. Он обладает малой чувствительностью. Напряжение включения триггера Шмитта составляет 1,4—1,6 В. При уровне входного напряжения, незначительно превышающем $U_{вкл}$, импульсы на выходе триггера могут стать короче импульсов, формируемых ждущим мультивибратором, что может привести к неправильным показаниям. Для уверенной работы частотомера на его вход нужно подать напряжение с амплитудой не менее 3 В. Для повышения чувствительности частотомера можно применить простейший усилитель входных импульсов.

Кроме того, параметры выходного импульса ждущего мультивибратора (τ_u, U_m) зависят от температуры окружающей среды и напряжения источника питания. Это следует учесть при эксплуатации прибора. Влияния напряжения питания можно избежать, питая прибор от стабилизированного источника, например простейшего параметрического стабилизатора напряжения, показанного на рис. 4 пунктиром.

Частотомер можно сделать многопредельным, введя переключатель, изменяющий емкость *RC* цепочки на выходе мультивибратора. Одновременно следует переключать подстроечный резистор *R4* — для индивидуальной калибровки на каждом пределе. В таблице приведены номинальные емкости конденсатора *C1* для различных пределов измерения.

Таблица

Предел измерения, Гц	Номинальная емкость, мкФ
20—200	1,0
200—2000	0,1
2000—20 000	0,01